МАССОВАЯ РАДИО БИБЛИОТЕКА

В. В. КОЛОСОВ

СОВРЕМЕННЫЙ ЛЮБИТЕЛЬСКИЙ МАГНИТОФОН

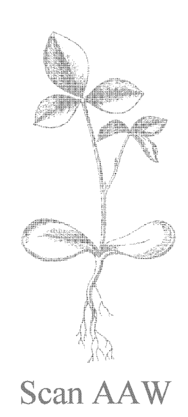


МАССОВАЯ
РАДИОБИБЛИОТЕКА

Выпуск 864

В. В. КОЛОСОВ

СОВРЕМЕННЫЙ ЛЮБИТЕЛЬСКИЙ МАГНИТОФОН





«ЭНЕРГИЯ»

МОСКВА 1974

6Ф2.7
К61
УДК 681.846.7

Колосов В. В.

К 61 Современный любительский магнитофон. М., «Энергия», 1974.

88 с. с ил. (Массовая радиобиблиотека. Вып. 864).

В книге описан высококачественный любительский магнитофон, удостоенный 1-й премии на 25-й Всесоюзной выставке радиолюбительского творчества, приведены принципиальная схема и конструкторские чертежи.

Книга рассчитана на радиолюбителей-конструкторов.

$К\frac{30403\text{-}469}{051(01)\text{-}74}$ 310-74 6Ф2.7

Вадим Владимирович Колосов
Современный любительский магнитофон

Редактор П. И. Цвайгбойм
Редактор издательства В. А. Абрамов
Обложка художника А. А. Иванова
Художественный редактор Д. И. Чернышев
Технический редактор Г. Г. Самсонова
Корректор Г. Г. Желтова

Сдано в набор 21/III 1974 г. Подписано к печати 23/VIII 1974 г. Т-14577. Формат 84×108¹/₃₂. Бумага типографская № 1. Усл. печ. л. 4,62. Уч.-изд. л. 5,85. Тираж 50 000 экз. Зак. 122. Цена 26 коп.

Издательство «Энергия», Москва, М-114, Шлюзовая наб., 10

Владимирская типография Союзполиграфпрома при Государственном комитете Совета Министров СССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли
Гор. Владимир, ул. Победы, д. 18-б.

ВВЕДЕНИЕ

Истекшее десятилетие ознаменовалось бурным развитием магнитной записывающей аппаратуры.

Магнитная запись развивалась в нескольких параллельных областях, таких как вычислительная техника, звукозапись и видеозапись. Во всех этих направлениях шла борьба за повышение плотности записи, уменьшение искажения информации, увеличение отношения сигнал/шум и прочее. В результате появился целый ряд мелкодисперсных магнитных лент, имеющих хорошие частотные и динамические характеристики при малых нелинейных искажениях. Были разработаны полиэстеры, которые сделали возможным изготовление сверхтонких лент с высокими механическими параметрами. Появились новые магнитные и полупроводниковые материалы и приборы, позволившие наиболее полно использовать ценные качества новых лент.

Существенно повысились требования к лентопротяжным механизмам в части стабилизации скорости и натяжения ленты, защиты ее от перегрузок и фиксации относительно головок. От лентопротяжных механизмов теперь требуются высокая надежность и устойчивость механических параметров.

В то же время идет борьба за уменьшение массы и размеров аппаратуры, за снижение ее стоимости, улучшение эксплуатационных параметров.

В середине 60-х годов подлинной революцией явилось изобретение фирмой Philips (Голландия) дешевой бытовой кассеты, которая очень быстро завоевала рынки сбыта. В настоящее время большая половина магнитофонов в мире выпускается в кассетном исполнении. Об удобстве этих аппаратов не приходится спорить. Их перспективность очевидна. Они позволяют удовлетворить довольно высокие требования, предъявляемые к качеству передачи, а применение специальных лент и способов обработки информации выводит их на уровень высококачественной (*Hi—Fi*) аппаратуры.

Если в начале 60-х годов основной скоростью считали скорость 19,05 см/с, то сейчас уже серьезно можно говорить о том, что в ближайшем будущем в качестве основной скорости будет принята скорость 4,76 см/с. При этом качество воспроизведения удовлетворит требования самых придирчивых любителей музыки.

В то время как стереофония прочно входит в быт, внимание специалистов привлекает четырехканальная звукопередача, так называемая «квадрафония». Наряду с заметным повышением качества воспроизведения и объемности восприятия, квадрафоническая аппаратура более чем вдвое сложнее и дороже стереофонической. Мнения специалистов о жизнеспособиости этого направления расходятся. Высказывания о преимуществах квадрафонии часто носят рек-

ламный, тенденциозный характер. Поэтому ни один из прогнозов не может быть принят в качестве рабочей альтернативы. Тем не менее квадрафония таит в себе целый ряд неисчерпанных возможностей и исследовать ее необходимо.

Параллельно разработке новых направлений конструирования аппаратуры звуковоспроизведения шли поиски в области усовершенствования процесса записи и коррекции сигнала при записи и воспроизведении.

Одним из изобретений, позволившим значительно улучшить показатели систем звукозаписи, является «Черный ящик Долби». Основная область его применения — механическая и магнитная запись звука. Принцип действия его заключается в сжатии динамического диапазона сигнала при записи на ленту и последующем расширении его в канале воспроизведения. При применении принципа Долби выигрыш в относительном уровне шумов канала записи — воспроизведения достигает 10—12 дБ.

Наряду с разработкой таких сложных способов повышения качества, как принцип Долби, совершенствование идет по пути улучшения качества ленты и головок и применения новых способов записи. Одним из них является предложенный фирмой Akaj (Япония) способ записи скрещивающимися полями (*X*-полем), получивший название «кроссфилд». Он заключается в подмагничивании ленты специальной головкой со стороны основы.

Процесс записи на магнитную ленту очень сложен. В упрощенном виде его можно объяснить так. При движении около головки записи лента входит в зону действия поля рассеивания рабочего зазора. Напряженность этого поля убывает по мере удаления от зазора симметрично в обе стороны, а также по глубине ленты. Формирование остаточного магнитного потока происходит в узкой критической зоне, расположенной над «сбегающей» кромкой рабочего зазора записывающей головки (ближней к ведущему валу). Все магнитные поля, которые расположены за пределами зоны записи в направлении движения ленты, оказывают размагничивающее действие на высокочастотные составляющие сигнала. Поэтому улучшению частотной характеристики остаточного магнитного потока ленты способствует уменьшение тока высокочастотного подмагничивания или ослабление напряженности этого поля за зоной записи. Для получения наиболее оптимальной формы подмагничивающего поля и был предложен способ записи *X*-полем. Для этой цели применяется специальная ферритовая головка, аналогичная стирающей, которая создает только поле подмагничивания. Она устанавливается напротив записывающей головки, создающей поле только звукового сигнала, таким образом, чтобы магнитные зазоры их были параллельны, а сердечники располагались на одинаковой высоте. Максимум магнитного потока рассеивания подмагничивающей головки находится в рабочей зоне записывающей головки. Характерно, что напряженность поля подмагничивания быстро спадает по мере удаления от зоны записи в направлении движения ленты. В результате на рабочей поверхности записывающей головки участок оптимального потока подмагничивания имеет минимальную длину, постепенно расширяясь по мере удаления от записывающей головки. Таким образом, на рабочей поверхности записывающей головки получается как бы сфокусированное поле подмагничивания. Это создает благоприятные условия особенно для записи высоких частот. Регулируя взаимное положение головок, можно в широких пределах изменять

форму поля подмагничивания и выбирать наиболее выгодный режим записи. Далее будет рассмотрено несколько разновидностей взаимного положения головок, запатентованных в последние годы.

Один из способов предусматривает поворот подмагничивающей головки на некоторый угол вокруг вертикальной оси относительно записывающей. Это способствует получению оптимальной формы поля подмагничивания.

Другой способ основан на том, что подмагничивающая головка сдвинута относительно рабочего зазора записывающей головки навстречу движению ленты. В результате поле подмагничивания взаимодействует с полусердечником записывающей головки, на который «набегает» лента при своем движении, и ограничивается зоной записи. Способ называется «Запись со смещенным *X*-полем».

Следующий из известных способов заключается в том, что узел магнитных головок состоит из записывающей головки (ГЗ) и воспроизводящей головки (ГВ). Записывающая головка имеет большой зазор и располагается со стороны основы магнитной ленты. Воспроизводящая головка работает в контакте с рабочим слоем ленты. Рабочий зазор этой головки составляет не более 1/10 ширины зазора ГЗ и смещен относительно последнего по направлению движения ленты в область, где поле ГЗ еще остается достаточным для перемагничивания ленты. При записи ток сигнала от усилителя и ток подмагничивания подаются в обмотку ГЗ. Магнитный поток ГЗ пронизывает ленту, достигает полюсных наконечников ГВ и замыкается через рабочий зазор этой головки, создавая в нем локализованное магнитное поле, достаточное для процесса записи. Для концентрации магнитного потока подмагничивания в зазоре ГВ и для предотвращения ослабления этим полем ранее записанных сигналов (для ослабления стирающего действия поля подмагничивания) воспроизводящая головка сдвигается относительно середины зазора записывающей головки. Повышение эффективности записи достигается благодаря замыканию обмотки ГВ. В результате этого практически весь магнитный поток, достигающий ГВ, при записи концентрируется в тонком поверхностном слое ее магнитопровода, замыкаясь через рабочий зазор. К преимуществам описанного способа следует также отнести снижение требования к параллельности зазоров головок записи и воспроизведения. Недостатком этого способа является большая потеря мощности сигнала в зазоре между головками.

Список изобретений можно продолжить. Как отмечают их авторы, «кроссфилд», наряду с расширением полосы частот, способствует снижению шумов ленты и нелинейных искажений. Это особенно заметно на низких скоростях. Оппоненты же считают, что «кроссфилд» дает некоторые преимущества только при применении толстых лент. Но даже если других преимуществ описанный способ записи не имеет, его следует признать полезным, так как это расширяет возможности записывающей аппаратуры и делает менее критичным выбор ленты. Однако для всесторонней оценки достоинств и недостатков способа необходимо его детальное изучение.

Автор в данной книге описывает магнитофон «Селигер-2», занявший на 25-й Всесоюзной выставке творчества радиолюбителей-конструкторов первое место, делится опытом, излагает свою точку зрения на конструирование магнитофонов и выражает надежду, что эти сведения окажут помощь радиолюбителям в их творческих поисках.

Книга заканчивается справочными таблицами, в которых содержатся сведения обо всех комплектующих и моточных изделиях, приводятся рекомендации по замене элементов.

ОБОСНОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК МАГНИТОФОНА «СЕЛИГЕР-2»

В магнитофоне «Селигер-2» применен способ подмагничивания со смещенным *X*-полем. Для получения возможности сравнения результатов в схеме предусмотрено включение головок без «кроссфилда». Если без применения этого способа с трудом удается найти компромисс между значением допустимых нелинейных искажений и допустимым спадом частотной характеристики в области 16 кГц при скорости 9,5 см/с, то с применением «кроссфилда» оптимальному значению тока подмагничивания для записи сигнала с частотой 400 Гц соответствует частотная характеристика вплоть до 18—19 кГц, причем появляется возможность уменьшить высокочастотную коррекцию в усилителе записи в области 6—14 кГц на 4—5 дБ. Этот факт особенно существен, так как способствует уменьшению интерференционных свистов.

При разработке каждой модели магнитофона перед конструктором возникает целый ряд конструктивных вопросов, решение которых позволяет создать наиболее оптимальный вариант устройства.

Чем же должен отличаться аппарат высокого класса? Прежде всего высоким качеством звуковоспроизведения и, как следствие, отработанной схемой, тщательно выполненной конструкцией, удобством в обращении, надежностью и устойчивостью параметров. В магнитофоне «Селигер-2» применена схема с раздельными усилителями записи и воспроизведения. Она позволяет упростить схему коммутации и уменьшить количество переключателей. К тому же значительно повышается удобство пользования, так как время, необходимое для записи и контроля качества, уменьшается вдвое. Этот факт особенно важен при переписывании больших массивов информации.

Магнитофон должен иметь максимальный диапазон рабочих частот, минимальный коэффициент паразитной амплитудной модуляции, обеспечивать высокое качество записи на различных типах лент. Эти требования поможет выполнить «кроссфилд».

Ширина полосы пропускания усилителя записи на скорости 19 см/с выбрана равной 25 кГц, что позволяет производить ускоренное копирование магнитофильмов среднего качества, записанных на скорости 9,5 см/с полосой 12,5 кГц и постоянной времени коррекции $\tau = 140$ мкс. Для скорости 9,5 см/с рабочий диапазон частот принят равным 18 кГц. Такой диапазон позволяет использовать скорость 9,5 см/с в качестве основной. Что же касается скорости 4,7 см/с, то она является вспомогательной и предназначена в основном для монофонических речевых записей. Время звучания одной катушки № 18 с лентой толщиной 18 мкм на этой скорости составит 24 ч. Для ленты типа 10 это время сокращается вдвое. Педаль дистанционного управления позволяет приспособить магнитофон для диктовки, например, при печатании на машинке.

Несколько слов надо сказать о составе входных устройств. Основным источником стереофонической информации в настоящее

время могут служить электропроигрыватель и магнитофон, которые имеют одинаковые выходные параметры и цоколевку разъемов. Имеется в виду, что электропроигрыватель оснащен нормирователем и имеет стандартные выходные характеристики. Значит, вход *Звукосниматель* надо считать основным. Радиотрансляционная линия может использоваться только как монофонический источник сигнала среднего качества. Его применение ограничено. Ввиду того что входной разъем *Трансляция* согласно ГОСТ 12368-66 имеет такую же цоколевку, что и разъем *Звукосниматель,* их можно совместить, а электрические цепи коммутировать при помощи переключателя входов. К тому же напряжение сигнала трансляционной линии достигает 30 В и ее все равно необходимо отключать от магнитофона при записи от других источников, так как столь сильный сигнал может проникнуть в усилитель записи.

Вторым, пока менее распространенным источником, может являться стереофонический приемник. Так как цоколевка входного разъема *Приемник* совпадает с цоколевкой разъема *Микрофон,* их тоже можно совместить, тем более, что из практики пользования магнитофонами известно, что микрофон применяют крайне редко и, как правило, для репортерских целей в нестационарных условиях. Если же магнитофон используют для профессиональных записей в студии, то применяют несколько микрофонов, подключаемых к микшерскому пульту, имеющему стандартный линейный выход.

Итак, применение двух входных разъемов не только оправдано, но и более удобно в эксплуатации.

Не подлежит сомнению, что магнитофон должен быть полностью выполнен на транзисторах. При этом проще применять индикаторы уровня записи стрелочного типа. Наличие «сквозного канала» [1] позволяет подключить их параллельно линейному выходу магнитофона. При этом уровень записываемого сигнала устанавливается по воспроизведению, что дает возможность компенсировать разброс чувствительности лент. Для удобства пользования магнитофоном при остановленной ленте индикаторы должны переключаться в канал записи, что позволит проводить предварительную регулировку уровня записи.

Спорным остается вопрос применения в магнитофоне усилителя мощности. Включая его в состав магнитофона, мы несколько отступаем от принятого нами всемерного упрощения аппарата. Однако наличие усилителя позволит всегда осуществить полноценный слуховой контроль записей, тем более что усилитель можно тоже сделать простым. К тому же при отсутствии последнего магнитофон превращается в магнитофонную приставку. Выходная мощность такого усилителя должна быть достаточной для подключения современных акустических колонок закрытого типа, имеющих низкий к. п. д. Чрезмерное увеличение мощности неизбежно приведет к выделению большего количества тепла, что потребует принудительного охлаждения. Кроме того, возрастут габариты силового трансформатора и его поле рассеяния.

Наличие внутренних громкоговорителей позволяет осуществлять необходимый контроль при отсутствии внешней акустической системы.

---

[1] Здесь и далее под термином «сквозной канал» автор подразумевает запись с одновременным воспроизведением. (Прим. ред.).

Если допустить, что мощность, потребляемая магнитофоном от сети, равна примерно 70 Вт, то, учитывая к. п. д. аппарата, можно подсчитать, что 50—60 Вт должно выделяться в магнитофоне в виде тепла. Принимая во внимание тот факт, что аппарат должен иметь минимальные габариты и что коэффициент заполнения объема при этом довольно высок, можно предположить, что температура двигателя и выходных транзисторов будет близка к 60—70 °С. А это значит, что применение германиевых транзисторов в таких условиях нежелательно, так как их рабочая температура ограничивается 70—80 °С. Так как кремниевые транзисторы являются более перспективными (они более надежны в работе и теплоустойчивы), было решено выполнить магнитофон «Селигер-2» исключительно на кремниевых полупроводниковых приборах.

Теперь следует сказать несколько слов о дополнительных функциях магнитофона. Все еще существует мнение, что аппарат высокого класса должен быть универсальным и рассчитанным «на все случаи жизни». Однако введение дополнительных органов управления сильно усложняет обращение с аппаратом, а дополнительная коммутация ухудшает его надежность. Возрастает и стоимость магнитофона. Такие функции, как искусственная реверберация, многократная перезапись с дорожки на дорожку, наложение записи на запись, используются крайне редко. Поэтому целесообразно эти функции передать дополнительным устройствам, подключаемым к магнитофону при помощи соединительных шнуров.

Лентопротяжный механизм должен иметь кнопочное управление. Кнопки должны включаться в любой последовательности. При этом никакие сочетания при манипуляции органами управления не должны портить ленту и механизм. Чтобы обеспечить оптимальные условия натяжения при работе с тонкими лентами, приемный и подающий узлы должны иметь устройства, предохраняющие ленту от перегрузок в моменты пуска и остановки. Вертикальное исполнение магнитофонов, модное в настоящее время, требует применения автоматов натяжения ленты. Это в свою очередь усложняет конструкцию и снижает надежность механизма. Кроме того, всякий автомат обладает инерционностью, а для его срабатывания необходимо, чтобы натяжение ленты отклонилось от заданной величины и образовалась петля. При горизонтальном исполнении вращающий или тормозящий момент весочувствительного узла не зависит от длины петли или натяжения ленты, а определяется массой катушки и увеличивается по мере заполнения ее лентой, что позволяет получить высокую равномерность натяжения ленты. К тому же конструкция весочувствительного узла предельно проста и не требует специальной регулировки. Нужно только правильно его выполнить. При вертикальном исполнении необходимо закреплять катушку на приемном и подающем узлах. Невыгодно распределяется и нагрузка на подшипник ведущего вала. Наличие совершенных боковых узлов позволяет отказаться от вспомогательных двигателей. Поэтому лентопротяжный механизм приводится от одного мотора. Ввиду того что время готовности транзисторного усилителя исчисляется несколькими секундами, нецелесообразно вводить дежурный режим работы механизма. Поэтому при нажатии на кнопку *Стоп* магнитофон должен отключаться от сети.

Учитывая возможность применения ленты толщиной 18 мкм, длина которой в катушке № 18 составит 1080 м, счетчик количества ленты должен иметь четыре разряда.

Из элементов автоматики механизм должен быть оснащен самыми простыми: автостопом, дистанционным управлением старт-стопным режимом и временной задержкой на кнопке *Ход* после перемотки.

Из соображений простоты сборки и регулировки электрическая часть магнитофона должна иметь блочную конструкцию.

ТЕХНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ МАГНИТОФОНА

Магнитофон «Селигер-2» — сетевой стереофонический магнитофон кабинетного типа. Внешний вид магнитофона показан на рис. 1. Он предназначен для четырехдорожечной записи и воспроизведения звука на скоростях 4,76; 9,53; 19,05 см/с (в дальнейшем по тексту соответственно 4, 9, 19).

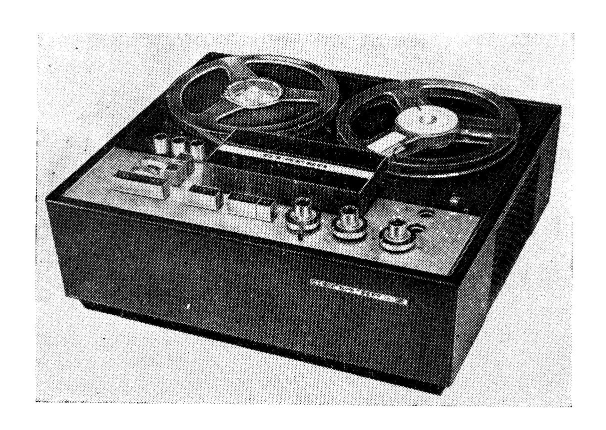


Рис. 1. Общий вид магнитофона «Селигер-2».

Магнитофон обеспечивает запись от микрофона, звукоснимателя, радиотрансляционной линии, радиоприемника, телевизора, а также перезапись от других магнитофонов; стирание записи; воспроизведение записи с линейным выходом через внутренние громкоговорители или через выносную акустическую систему; ускоренную перемотку ленты в обоих направлениях; многократную перезапись с дорожки на дорожку; синхронную запись; запись с реверберацией в моно- и стереофоническом режиме. В магнитофоне предусмотрены: контроль уровня записи по стрелочному индикатору при неподвижной ленте и в «сквозном канале»; слуховой контроль в режиме воспроизведения и при неподвижной ленте через встроенные громкоговорители или через выносную акустическую систему с отключением внутренних громкоговорителей и при подключении внешних, а также через головные телефоны; раздельная регулировка уровня записи в каждом канале; раздельная регулировка уровня воспроизведения в каждом канале; регуляторы тембра раздельно по высоким и низким звуковым частотам; кратковременный стоп, дистанционное

управление кратковременным стопом; автостоп; счетчик ленты и кнопочное управление.

Основные параметры магнитофона «Селигер-2» и требования ГОСТ 12392—71 сведены в табл. 1.

Номинальные входные напряжения магнитофона:

Микрофон	200 мкВ ($R_{вх}$=2 кОм)
Радио	10 мВ ($R_{вх}$=75 кОм)
Звукосниматель	150 мВ ($R_{вх}$=1 МОм)
Трансляция	10 В ($R_{вх}$=2 МОм)

Магнитофон допускает трехкратное превышение входных напряжений.

Максимальное напряжение линейного выхода на частоте 400 Гц составляет 350 мВ при выходном сопротивлении 5,6 кОм. Максимальное неискаженное напряжение на эквиваленте громкоговорителя не менее

$R_{экв}$=2,7 Ом	$U_{вых}$=4,8 В
$R_{экв}$=4,0 Ом	$U_{вых}$=6,6 В
$R_{экв}$=8,0 Ом	$U_{вых}$=7,2 В

Показание индикаторов уровня записи при максимальном уровне соответствует 256 нВб/м с отклонением не более ±2 дБ. Время интеграции индикаторов не превышает 250 мс, время обратного хода 1,5 с.

Частотная характеристика индикаторов отклоняется от равномерной не более чем на ±1 дБ.

Частота тока подмагничивания равна 100 кГц. Время задержки при включении рабочего хода после перемотки составляет 1 с. Время остановки ленты — 0,5 с.

Функции и взаимодействие органов управления. Включение питания осуществляется переключателем скоростей. При нажатии кнопки *Ход* лента прилегает к головкам, приводится в действие передача подмотки, замыкаются контакты электромагнита рабочего хода, который освобождает тормоза и прижимает ролик к ведущему валу. Кнопка *Кратковременный стоп* с арретированием разрывает цепь питания электромагнита рабочего хода. Параллельно кнопке *Кратковременный стоп* подключено гнездо дистанционного управления. Для осуществления перемотки ленты вперед необходимо сдвинуть кнопку *Перемотка* вправо. Чтобы отмотать ленту назад, кнопку необходимо сдвинуть влево. Кнопка *Перемотка* блокирует генератор стирания и разряжает зарядный конденсатор реле времени, что позволяет нажимать на кнопку *Ход* сразу после перемотки, минуя кнопку *Стоп*. В этом случае электромагнит рабочего хода «ждет», когда остановится лента. Наличие устройства задержки дает возможность манипулировать органами управления магнитофона в любой последовательности. Кнопка *Перемотка* устанавливается в исходное положение при нажатии кнопок *Стоп* и *Ход*. Кнопки *Запись* позволяют производить запись в каждом канале в отдельности или в обоих каналах одновременно. Они имеют механическую блокировку и включаются из режима *Стоп*. Кнопка *Ход* освобождает кнопки *Запись*, что предохраняет фонограмму от случайного стирания. При нажатии кнопки *Стоп* все остальные кнопки устанавливаются в исходное положение и магнитофон отключается от сети. Основные элементы магнитофона показаны на рис. 2.

Таблица 1

Наименование параметров		Требования для магнитофонов 1-го класса	Параметры «Селигера-2»
Отклонение скорости от номинального значения, %, не более: на скорости 9 и 19 см/с		±2	±1
4 см/с		—	±1
Коэффициент детонации, %, не более. на скорости 19 см/с		±0,1	±0,1
9 см/с		±0,2	±0,15
4 см/с		±0,3	±0,25
Номер катушки по ГОСТ 7704—61		18	18
Длительность перемотки полной катушки ленты толщиной 55 мкм, с, не более		180	120
Номинальная выходная электрическая мощность для каждого стереоканала, В·А, не менее		—	8
Максимальный уровень записи на частоте 400 Гц, нВб/м		256	256
Рабочий диапазон частот, Гц: на скорости 19 см/с		40—18 000	40—25 000
9 см/с		40—14 000	40—18 000
4 см/с		63— 8 000	40—10 000
Рассогласование частотных характеристик стереоканалов на линейном выходе в рабочем диапазоне частот, дБ, не более	каналов воспроизведения	3	2
	каналов записи — воспроизведения	5	3
Разбаланс уровней стереоканалов при записи на частоте 400 Гц, дБ, не более		1	1
Относительный уровень помех в канале воспроизведения, дБ, не ниже: на скорости 19 см/с		—48	—56
9 см/с		—48	—52
4 см/с		—48	—50

Продолжение табл. 1

Наименование параметров		Требования для магнитофонов 1-го класса	Параметры «Селигера-2»
Относительный уровень помех в канале записи — воспроизведения, дБ, не ниже·			
на скорости 19 см/с		—45	—52
9 см/с		—45	—50
4 см/с		—45	—48
Коэффициент гармонических искажений в канале записи — воспроизведения на частоте 400 Гц, %, не более	на линейном выходе	3,0	2,5
	на эквиваленте громкоговорителя	—	3,5
Относительный уровень стирания на частоте 1 000 Гц, дБ, не ниже		—65	—65
Относительный уровень проникания из одного стереоканала в другой при записи — воспроизведении, дБ, не ниже:			
на частотах 80 Гц		—20	—20
1000 Гц		—35	—35
8000 Гц		—30	—30
Диапазон регулировки уровня записи и воспроизведения, дБ, не менее		60	60
Диапазон регулировки тембра, дБ, не менее:			
на частотах 40 Гц		—	+12
		—	—10
14 000 Гц		—	+10
		—	—12
Масса магнитофона без комплектующих изделий, кг		—	12,5
Напряжение питания от сети переменного тока	номинал, В	127 и 220	127 и 220
	допускаемые отклонения, %	±10	±10
Габариты, мм		—	180×340× ×400
Мощность, потребляемая от сети, В·А, не более		—	70

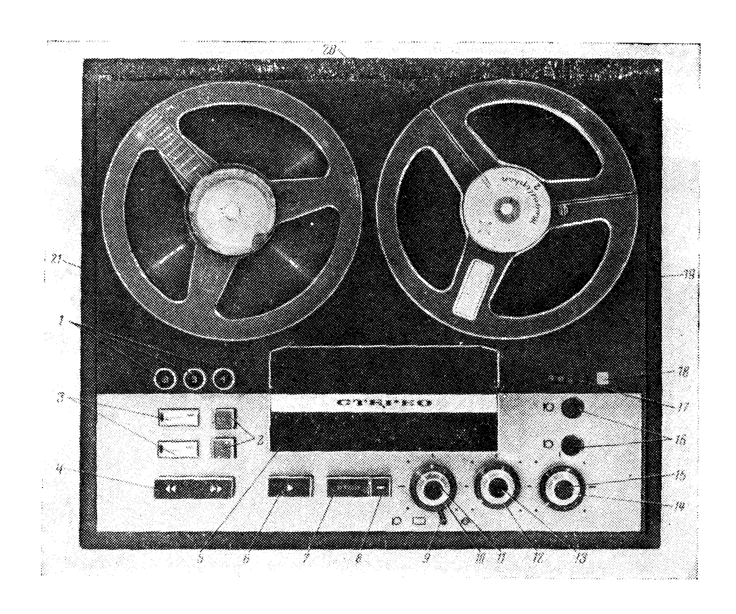


Рис. 2. Основные элементы магнитофона.

1 — кнопки переключателя скорости; *2* — кнопки переключателя записи; *3* — индикаторы уровня записи; *4* — кнопка *Перемотка; 5* — крышка блока головок; *6* — кнопка *Ход*; *7* — кнопка *Стоп*; *8* — кнопка *Кратковременный стоп*; *9* — переключатель входов; *10* и *11* — регуляторы уровня записи; *12* и *13* — регуляторы громкости; *14* и *15* — регуляторы тембра; *16* — гнезда микрофонного входа и входа приемника; *17* — счетчик количества ленты; *18* — кнопка сброса счетчика; *19* и *21* — места расположения громкоговорителей; *20* — место расположения разъемов и переключателя напряжения сети.

КИНЕМАТИЧЕСКАЯ СХЕМА МАГНИТОФОНА

Принято считать, что одномоторный механизм не может обеспечить высокое качество протягивания ленты. Однако это мнение устарело. Повышение культуры производства, освоение новой технологии и материалов сделали возможным создание первоклассных одномоторных магнитофонов, соответствующих современным требованиям. Примером тому может служить подавляющее большинство бытовых *Hi—Fi* аппаратов магнитной записи, выпускаемых в странах Америки, Европы и в Японии. Уже не является пределом коэффициент детонации 0,1%, а рациональные конструкции боковых узлов обеспечивают лучшее натяжение ленты, чем вспомогательные двигатели без электрического регулирования. Преимуществом одномоторных конструкций является более низкая стоимость по сравнению с многомоторными конструкциями. Сюда же можно отнести меньшую массу и габариты магнитофона, а также его экономичность.

В случае эксплуатации тонких лент трехмоторные конструкции нуждаются в применении сложных электрических схем автоматического регулирования. Немало хлопот доставляет конструкторам большая инерционность вспомогательных двигателей, которая в зна-

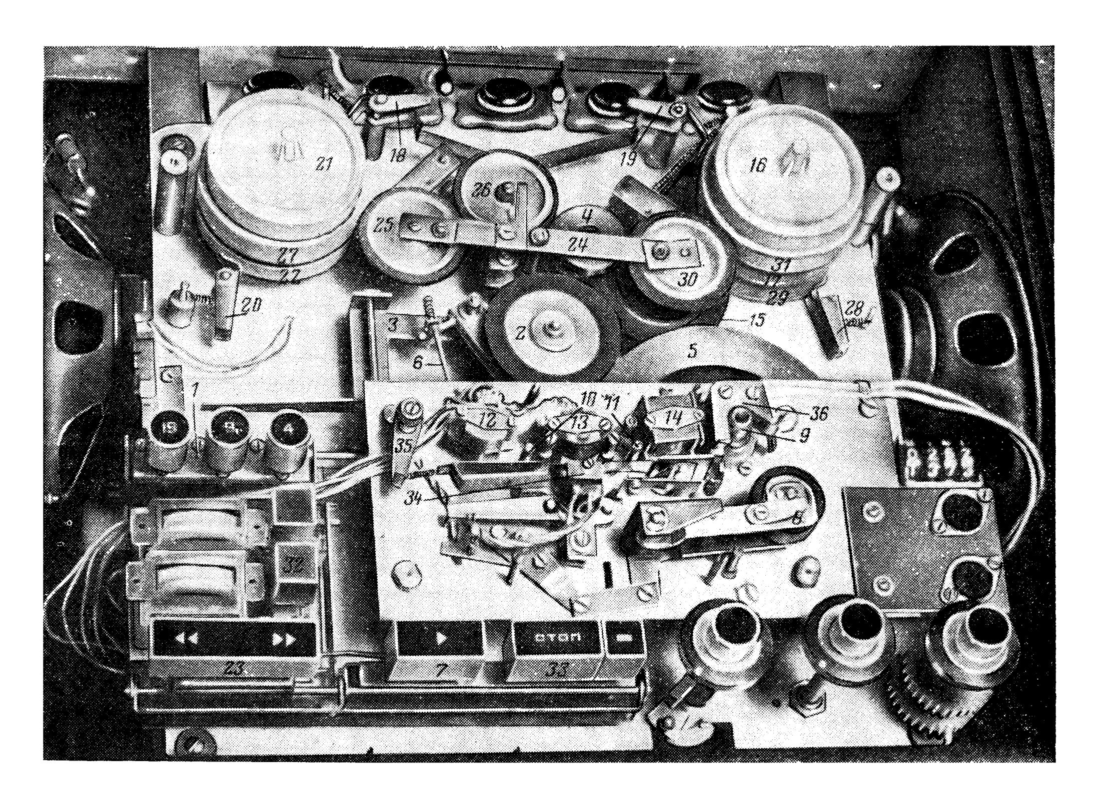


Рис. 3 Общий вид лентопротяжного механизма.

чительной мере увеличивает перегрузки ленты при пуске и остановке. Основным достоинством трехмоторных конструкций остается высокая надежность, необходимая при тяжелых условиях эксплуатации.

Учитывая вышеизложенное, было решено остановиться на одномоторной конструкции. Необходимо подчеркнуть, что высокие качество и надежность в данном случае обеспечиваются тщательным изготовлением узлов и деталей.

Итак, лентопротяжный механизм магнитофона «Селигер-2» — одномоторный. Рисунок 3 наглядно иллюстрирует взаимодействие узлов механизма. При включении скорости переключателем *1* паразитный ролик *2* устанавливается на нужную высоту при помощи коромысла *3* и вводится в зацепление со скоростной насадкой *4* и маховиком *5* при помощи тяги *6*, механически связанной с переключателем скоростей.

При нажатии кнопки *Ход 7* прижимной ролик *8* входит в контакт с ведущим валом *9*, колонки *10* и *11* отодвигаются и лента прилегает к головкам *12*, *13* и *14*. Одновременно паразитный ролик *15* входит в зацепление с насадкой *4* и приемным узлом *16*, приводя во вращение шкив подмотки *17*; освобождаются тормоза *18* и *19* и начинается движение ленты.

В режимах *Рабочий ход* и *Прямая перемотка* тормоз *20* подающего узла *21* обеспечивает необходимое натяжение ленты, удерживая тормозной барабан *22* неподвижным. Подающий узел *21* весочувствительный, и его момент торможения зависит от заполнения катушки лентой, что позволяет сохранить силу натяжения ленты практически неизменной и создать оптимальные условия прилегания ленты к головкам.

В режиме *Обратная перемотка* кнопка *Перемотка 23* поворачивает коромысло *24* и обеспечивает зацепление роликов перемотки *25* и *26* со шкивом перемотки *27* и насадкой *4*. В этом режиме тормоз *28* действует аналогично тормозу *20*, взаимодействуя с барабаном *29*. В режиме *Прямая перемотка* кнопка *Перемотка* вводит ролик *30* в зацепление с насадкой *4* и шкивом *31*. Узел подмотки весочувствительный. Боковые узлы снабжены весочувствительными разгрузочными муфтами, рассчитанными на момент проскальзывания, вдвое меньший допустимого для тонких лент. Это предохраняет ленту от вытягивания в режимах перемотки и торможения и позволяет сократить время торможения. Когда боковой узел принимает ленту, тормоз *20* (*28*) не действует.

Переключатель скорости *1* и переключатель записи *32*, а также кнопки *Перемотка 23* и *Ход 7* механически связаны с кнопкой *Стоп 33*. Колонки *10* и *11*, отводящие ленту от головок при перемотке, соединены с прижимным роликом *8* и подмагничивающей головкой *34*.

Фильмовый канал магнитофона сконструирован по принципу естественного облегания головок лентой. На входе и на выходе фильмового канала установлены ловители ленты *35* и *36*, не допускающие попадания ленты за пределы фильмового канала.

ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ СХЕМА МАГНИТОФОНА

На рис. 4 показана функциональная схема магнитофона «Селигер-2» в режиме *Подготовка к записи* (при нажатых кнопках *Запись*).

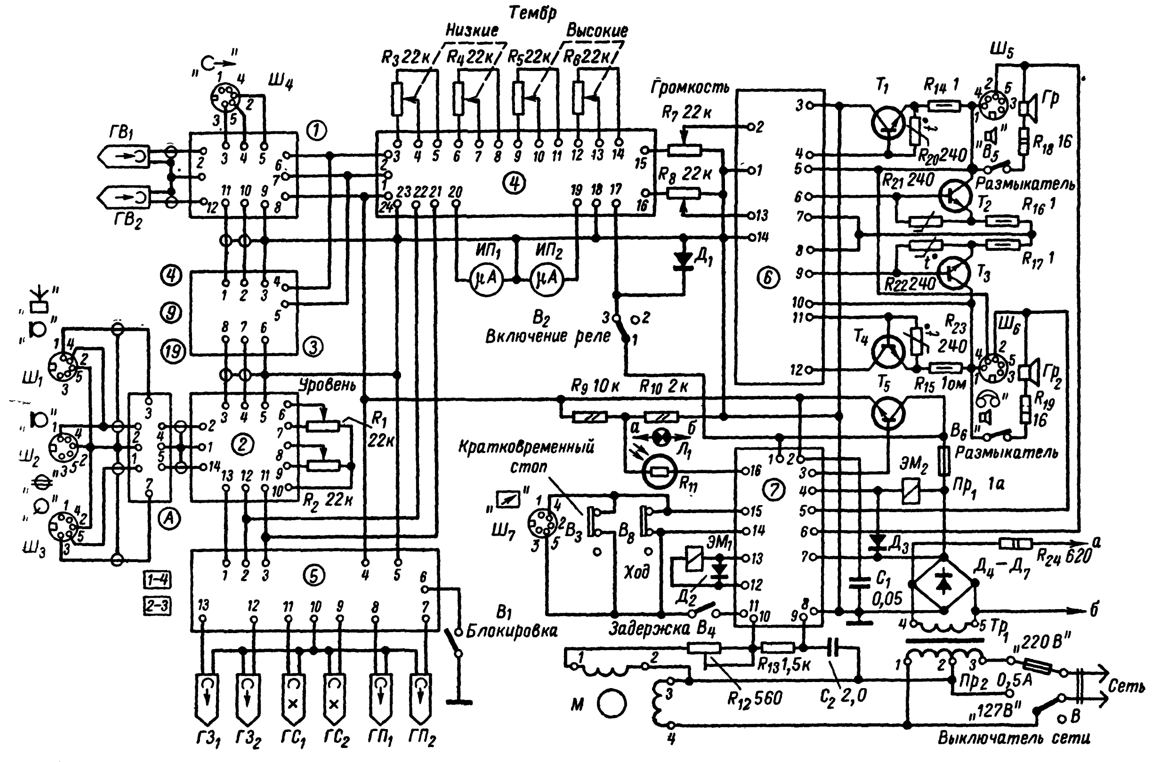


Рис. 4. Функциональная схема магнитофона «Селигер-2». Переключатели $В_3$ и $В_8$ показаны в положении *Стоп*.

платах: усилителе воспроизведения *1*, усилителе записи *2*, переключателе коррекции *3*, темброблоке-индикаторе *4*, генераторе стирания и высокочастотного подмагничивания *5*, усилителе мощности *6* и силовом блоке *7*. На функциональной схеме буквой *А* обозначен аттенюатор, включающий входные делители и переключатели входных цепей.

Наличие раздельных усилителей записи и воспроизведения позволяет получить так называемый «сквозной канал». При этом в режиме записи функционируют все узлы и устройства магнитофона. Так как каналы магнитофона симметричны, будет рассмотрен только один из каналов. При записи со стереомикрофона, имеющего один шнур, сигнал подают на разъем $Ш_1$. Переключатель входов должен быть установлен в положение *Микрофон*. При записи стереопрограммы с двух монофонических микрофонов по системе *А—Б* микрофоны включают в разъемы $Ш_1$ и $Ш_2$. При записи с приемника сигнал подают на разъем $Ш_1$, а переключатель переводят в положение *Приемник*. При записи с электропроигрывателя, магнитофона сигнал подают на разъем $Ш_3$, а переключатель устанавливают в положение *Звукосниматель*. При записи с трансляционной линии сигнал подают на разъем $Ш_3$, переключатель устанавливают в положение *Линия*. При этом входные цепи усилителей включаются параллельно и монофоническая запись производится по обоим каналам одновременно, выбор дорожки осуществляется переключателем записи

С аттенюатора сигнал напряжением 200 мкВ поступает на вход усилителя записи (контакты *1* и *2* платы *2*). Усиление канала записи регулируется при помощи регулятора уровня записи R_1 и R_2. С выходов *3* и *5* платы *2* сигнал поступает на плату коррекции *3*, на которой установлены переключатели, механически связанные с переключателем скоростей. Плата коррекции формирует частотную характеристику усилителей в соответствии с выбранной скоростью. С выхода усилителя записи *11* сигнал поступает на вход *21* платы *4* и на генератор подмагничивания (вход *3*). Здесь сигнал складывается с током высокочастотного подмагничивания и поступает на головку записи с выхода *13*.

Напряжение питания на усилитель записи и генератор подается при нажатии кнопок *Запись*. При монофонической записи включается только один канал головок записи, подмагничивания и стирания. Ко входу *6* генератора стирания подключается контакт блокировки $В_1$, который заземляет базу транзистора $Т_1$, размещенного на плате *5*, в режиме *Перемотка*.

Подготовка магнитофона к записи обычно производится при неподвижной ленте. Поэтому переключатель $В_2$ включает реле, установленное на плате *4*, которое коммутирует сигнал с платы *2* на вход индикатора и регуляторов тембра. С выхода *19* сигнал снимается на измеритель $ИП_2$, а с выхода *15* — на регулятор громкости. Диод $Д_1$, шунтирующий контакты $В_2$, значительно уменьшает помехи, создаваемые элементами коммутации.

С регулятора громкости R_7 сигнал поступает на вход *2* усилителя мощности (плата *6*) и после предварительного усиления с выходов *4* и *6* — на базы выходных транзисторов $Т_1$ и $Т_2$, расположенных на шасси магнитофона. Со средней точки оконечной ступени (коллектор $Т_2$) сигнал поступает на выходной разъем $Ш_5$ и на контрольный встроенный громкоговоритель $Гр_1$ через контакты раз-

Таблица 2

Адреса контрольных точек	Вид напряжения		Примечания
	Переменное	Постоянное	
			Аттенюатор в положении:
Разъем $Ш_1$, ножки *1—2*	200 мкВ	—	*Микрофон*
1—2	5 мВ	—	*Приемник*
Разъем $Ш_3$, ножки *3—2*	150 мВ	—	*Грамзапись*
3—2	10 В	—	*Линия*
Плата *2*, точки *2—1*	200 мкВ	—	Измеренное на частоте 1000 Гц
3—5	80 мВ	—	То же
7—10	17 мВ	—	» »
8—10	15 мВ	—	» »
11—5	1,5 В	—	» »
13—5	—	33 В	
Плата *5*, точки *4—5*	—	33 В	
2—5	100 мВ	—	Измеренное на частоте 100 кГц
13—10	5—15 В	—	То же
11—10	35 В	—	» »
8—10	35 В	—	» »
6—5	2 В	—	» »
Плата *1*, точки *2—1*	1 мВ	—	Измеренное на частоте 1000 Гц
3—5	300 мВ	—	То же
6—9	600 мВ	—	» »
10—9	55 мВ	—	» »
8—9	—	33 В	
Плата *4*, точки *21—23*	0,6 В	—	Измеренное на частоте 1000 Гц
20—23	—	0,1 В	
15—23	0,4 В	—	Измеренное на частоте 1000 Гц
17—23	—	45 В	*Кратковременный стоп*
Плата *6*, точки *2—1*	0,35 В	—	Измеренное на частоте 1000 Гц
4—5	—	0,6 В	
4—7	6 В	18,6 В	Измеренное на частоте 1000 Гц
5—7	5 В	18 В	То же
6—7	—	0,6 В	
3—7	—	33 В	—
Плата *7*, точки *1—8*	—	45 В	*Кратковременный стоп*
2—8	—	33 В	—
3—2	—	0,6 В	—

Продолжение табл. 2

Адреса контрольных точек	Вид напряжения		Примечания
	Переменное	Постоянное	
Плата 7, точки *4—8*	—	45 В	—
5—8	—	18 В	—
6—8	—	18 В	—
9—10	25 В (50 Гц)	—	*Ход*
9—10	45 В (50 Гц)	—	*Кратковременный стоп*
Трансформатор Tp_1, точки *1—2*	127 В	—	Измеренное на частоте 50 Гц
1—3	220 В	—	То же
4—5	36 В	—	» »

мыкателя B_5 и балластное сопротивление R_{18}, ограничивающее подводимую мощность.

Как только началось движение ленты, контакты переключателя B_2 размыкаются и реле переключает вход индикатора и темброблока к выходу *6* усилителя воспроизведения (плата *1*). Далее контроль записи проводится в «сквозном канале», а уровень записи определяется по величине напряжения линейного выхода канала воспроизведения, а не по току записи, как было описано ранее и как делается в большинстве бытовых магнитофонов. При движущейся ленте записанный сигнал воспроизводится головкой $ГВ_1$ и поступает на вход *2* усилителя воспроизведения (плата *1*). С выхода усилителя *6* сигнал подается на плату коррекции *3* (вход *4*) и возвращается на плату *1* в цепи обратной связи (вход *10*), осуществляя необходимую коррекцию сигнала. Одновременно с выхода *6* сигнал поступает на вход *2* платы *4*. В дальнейшем сигнал проходит по тем же цепям, что и при неподвижной ленте.

Плата *7* является вспомогательным узлом. Она содержит параметрический стабилизатор напряжения, устройство управления электромагнитом рабочего хода $ЭМ_1$ и усилитель сигнала автостопа Проходной транзистор T_5 стабилизатора размещен на шасси магнитофона.

Устройство управления электромагнитом $ЭМ_1$ коммутируется переключателем B_3 при кратковременном стопе (без задержки) и переключателем B_4 при перемотке (с задержкой). Питание магнита осуществляется от пусковой обмотки двигателя *М*, в результате чего сокращается мощность, рассеиваемая внутри магнитофона в виде тепла. Резистор R_{12} позволяет подобрать оптимальный режим работы двигателя, а R_{13} ограничивает пусковое напряжение электромагнита. Диод $Д_2$ включен для предохранения управляющего транзистора от импульса противо-э. д. с. магнита в момент его отключения. Конденсатор C_2 — фазосдвигающий в пусковой обмотке двигателя. Конденсатор C_1 шунтирует стабилизатор по высокой частоте. Датчиком окончания ленты служит фотосопротивление R_{11}, которое реагирует и на обрыв ленты и на раккорд. Усилитель сигнала

автостопа управляет электромагнитом $ЭМ_2$, который «нажимает» на кнопку *Стоп* и отключает магнитофон от сети. Назначение диода $Д_3$ аналогично назначению $Д_2$. Силовые диоды $Д_4$—$Д_7$ размещены на шасси магнитофона. Напряжения в контрольных точках схемы указаны в табл. 2.

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ УЗЛЫ МАГНИТОФОНА

Усилитель воспроизведения. Усилитель предназначен для усиления сигнала головки воспроизведения в режимах записи и воспроизведения и размещен на плате *1* (рис. 4). Качественные показатели линейного выхода магнитофона в первую очередь зависят от характеристик усилителя воспроизведения. Совместно с блоком коррекции он корректирует частотную характеристику сигнала, компенсируя частотные искажения головки воспроизведения. Помимо линейного выхода магнитофона сигнал с платы *1* поступает на блок индикации и на усилитель мощности магнитофона.

Усилитель имеет следующие параметры. Коэффициент усиления по напряжению на частоте 1000 Гц — около 1000. Номинальное выходное напряжение (при остаточном магнитном потоке 256 нВб/м) в точке *6* платы *1* составляет 0,8 В; максимальное неискаженное напряжение 1,8 В. Напряжение линейного выхода *3* равно 0,4 В при выходном сопротивлении 5,6 кОм. Коэффициент нелинейных искажений на частоте 400 Гц не превышает 0,5%. Усилитель потребляет ток 10 мА при напряжении питания 33 В.

Выбор постоянной времени коррекции в основном определяется качеством головок и ленты. Не так давно в СССР и зарубежом для скоростей 19, 9 и 4 стандартные значения τ_1 соответствовали 70, 140 и 280 мкс. Низкочастотная коррекция в усилителе записи вообще не применялась ввиду плохой амплитудной характеристики ленты.

Повышение однородности магнитного слоя лент, улучшение их частотных и амплитудных характеристик и достижения в области технологии производства магнитных головок позволили уменьшить постоянные времени коррекции усилителей воспроизведения до значений 50, 90 и 120 мкс. В результате снизилось напряжение высокочастотных шумов усилителя воспроизведения, ленты и головок. Увеличение глубины низкочастотной коррекции усилителя вызвало необходимость введения дополнительной коррекции по низким частотам — τ_2 в виде ограничения подъема частотной характеристики усилителя в области самых низких частот. Это привело к уменьшению низкочастотной составляющей шумов усилителя воспроизведения. Значения τ_2 для скоростей 19 и 9 соответствуют 3180, для скорости 4 — 1590 мкс.

На рис. 5 показаны частотные характеристики усилителя воспроизведения с коррекцией при различных скоростях движения ленты. Сигнал подавался через резистивный делитель 100 кОм/100 Ом, включенный в «холодный» конец воспроизводящей головки. Постоянная времени коррекции усилителя τ_1 для скорости 19 равна 50 мкс, для скорости 9 — 90 мкс, для скорости 4 — 120 мкс; с целью упрощения цепей коррекции τ_2 для всех скоростей одинакова и равна 3180 мкс.

На рис. 6 показана принципиальная схема усилителя воспроизведения (один канал). Усилитель — четырехкаскадный, резистивный Он содержит две пары кремниевых транзисторов T_1—T_2 и T_3—T_4, гальванически связанных между собой. Стабилизация рабочей точ-

ки обеспечивается обратной связью по постоянному току через резисторы R_2 и R_{10}. Усилитель не требует подбора транзисторов по коэффициенту усиления. Особое внимание при построении усилителя уделялось снижению уровня шумов канала воспроизведения. Поэтому во входном каскаде применен малошумящий кремниевый *p-n-p* транзистор типа КТ104А. С учетом того, что тепловые шумы транзистора возрастают с увеличением тока эмиттера ($I_э$), необходимо стремиться к его уменьшению во входных каскадах.

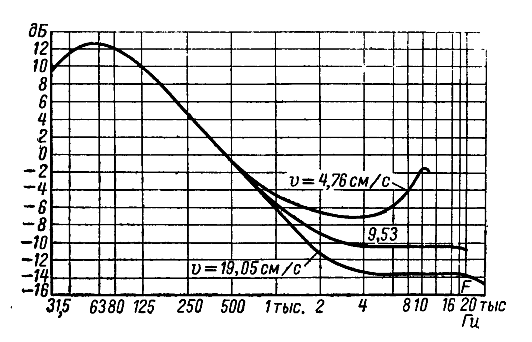


Рис. 5. Частотная характеристика усилителя воспроизведения.

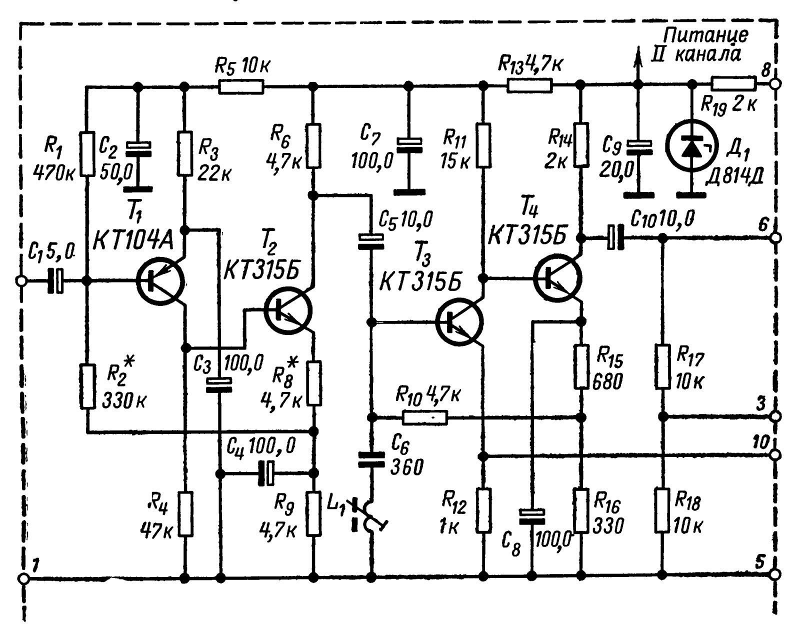


Рис. 6. Принципиальная схема усилителя воспроизведения.

На рис. 7 приведена экспериментальная зависимость β от $I_э$ для транзисторов типов КТ104А и П27А. Практически транзисторы типа П27А хорошо работают при $I_э$=200 мкА. Рабочие параметры кремниевых транзисторов в значительно меньшей степени зависят от тока эмиттера, поэтому применение их позволяет уменьшить $I'_{к0}$ до 10—50 мкА без заметного уменьшения β. С другой стороны, неуправляемый сквозной ток коллектора при температуре 25—30 °С, зависящий от качества транзистора и окружающей температуры у большинства кремниевых маломощных транзисторов в отличие от германиевых практически равен нулю.

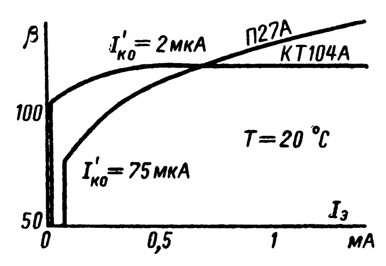


Рис. 7. Зависимость коэффициента усиления транзисторов от тока коллектора.

Второй каскад собран на транзисторе широкого применения типа КТ315Б. К сожалению, эти транзисторы не нормируются по шумам. Большинство их хорошо работает во втором каскаде, но иногда встречаются экземпляры, имеющие повышенный уровень шума, который прослушивается в громкоговорителе как мерцательный шум даже при замкнутом входе усилителя. Такой транзистор подлежит замене. Хорошие результаты дают транзисторы КТ312В. Каскад выполнен по схеме с разделенной нагрузкой и имеет высокое входное сопротивление, практически не шунтирующее коллекторную нагрузку первого каскада. Его коэффициент усиления по напряжению меньше единицы. Балансировка каналов по усилению (в небольших пределах) осуществляется подбором резистора R_8. В нагрузку каскада входит режекторный контур L_1C_6, который настроен на частоту генератора подмагничивания.

Третий и четвертый каскады охвачены частотнозависимой отрицательной обратной связью, позволяющей получить необходимую коррекцию. Обратная связь подается с коллектора T_4 через узел переключателя коррекции (плата *3*) на эмиттер T_3.

Усилитель питается от параметрического стабилизатора напряжения R_{19}, $Д_1$, C_9. Напряжения в узловых точках схемы указаны в табл. 3. В скобках обозначены переменные напряжения в милливольтах при подаче на вход сигнала 1 мВ с частотой 1000 Гц.

Регулировка усилителя сводится к настройке режекторного контура и балансировке каналов по усилению. Эти операции удобнее производить при общей настройке магнитофона. Оба канала усилителя воспроизведения собраны на печатной плате с размерами 75×90 мм из фольгированного гетинакса толщиной 1,5 мм. Отверстия диаметром 1,3 мм размещаются в узлах координатной сетки с шагом 2,5 мм, кроме отверстий под режекторные катушки L_1 и L_2 (второго канала). Расположение печатных проводников на плате показано на рис. 8. Размещение элементов на плате показано на рис. 9.

Усилитель записи. Усилитель (плата *2* на рис. 4) обеспечивает усиление сигнала, поступающего с входного делителя. Совместно с узлом переключателя коррекции (плата *3*) он осуществляет коррекцию частотной характеристики в соответствии с выбранной скоро-

Таблица 3

Измеренное напряжение, В	Наименование элемента						
	T_1	T_2	T_3	T_4	C_2	C_7	C_9
$U_к$	2,9 (130)	5,1 (100)	3,5 (12)	5,8 (960)	5,4	6,2	11,5
$U_э$	3,9	2,8	0,29	2,0	—	—	—
$U_{б.э}$	0,6	0,6	0,6	0,6	—	—	—

Примечания: 1. Измерения производились ампервольтметром ТЛ-4 относительно корпуса на шкалах 10 и 30 В. Величину $U_{б.э}$ измеряют между электродами.

2. Работоспособность каждого каскада можно определить по величине $U_{б.э}$, оно должно быть в пределах 0,6—0,7 В.

3. Величины напряжений, указанных в табл. 3. могут иметь разброс ±10%.

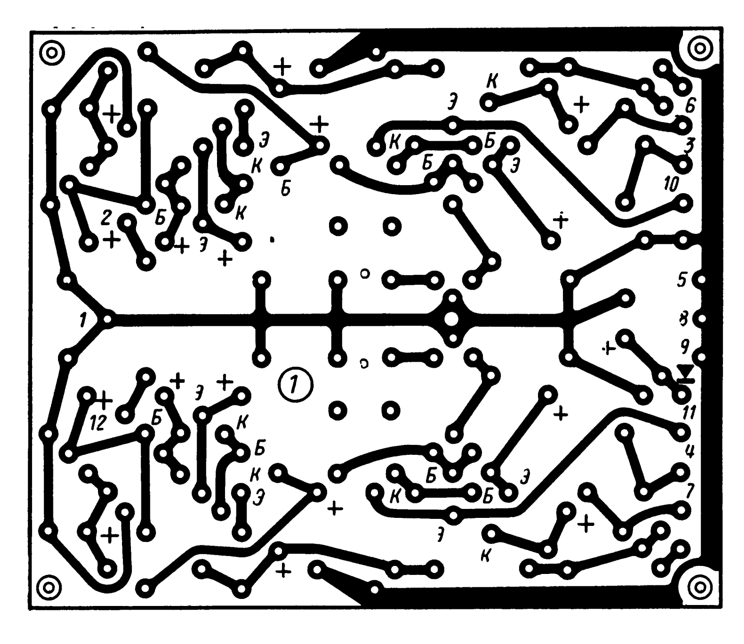


Рис. 8. Печатная плата усилителя воспроизведения.

стью. Усилитель записи — один из наиболее ответственных узлов, который позволяет получить оптимальные величины параметров процесса записи. Поэтому при конструировании и регулировке магнитофона усилителю записи уделялось особое внимание. Помимо низкого уровня собственных шумов, усилитель записи должен обеспечить глубокую коррекцию по высоким частотам, низкий коэффициент нелинейных искажений и малое выходное сопротивление. Выходной каскад усилителя должен обладать запасом неискаженного выходного напряжения, чтобы пропускать короткие пиковые перегрузки,

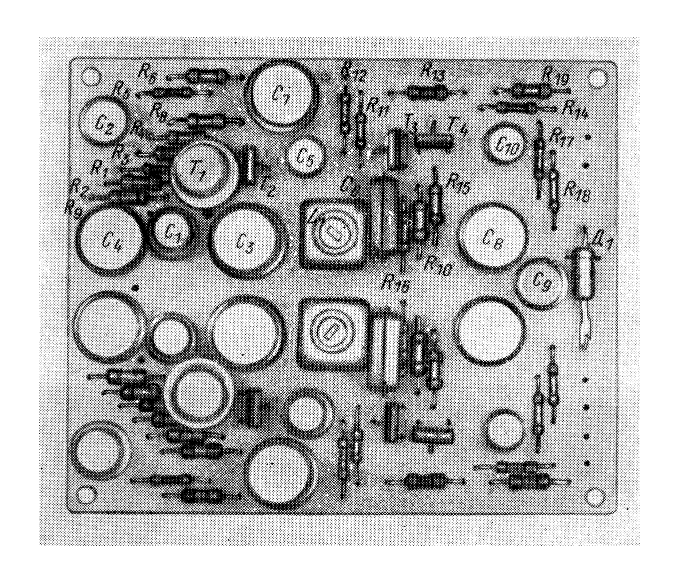


Рис. 9. Усилитель воспроизведения в сборе

на которые не реагирует индикатор уровня записи. В случае ограничения сигнала не только возрастает коэффициент нелинейных искажений усилителя, но также увеличиваются интермодуляционные искажения и появляются интерференционные свисты, возникающие за счет биения высших гармоник искаженного сигнала с частотой подмагничивания. Биения образуются как в усилителе (так как напряжение подмагничивания все-таки проникает в усилитель записи), так и в записывающей головке и в ленте. Чтобы ослабить биения, стремятся повысить частоту высокочастотного подмагничивания. Частота подмагничивания должна быть в 3—4 раза выше верхней частоты рабочего диапазона, так как в этом диапазоне высшие гармоники сигнала значительно ослаблены и уровень возможных биений с напряжением подмагничивания будет мал.

Усилитель имеет следующие параметры. Чувствительность 150 мкВ. Коэффициент усиления по напряжению на частоте 1000 Гц равен 10 000. Номинальное выходное напряжение, обеспечивающее

максимальный уровень записи, составляет 1,4 В. Максимальное неискаженное напряжение 2,8 В. Коэффициент нелинейных искажений на частоте 1000 Гц не превышает 0,5%. Глубина регулировки усиления равна 60 дБ (измерения производились селективным вольтметром на частоте 1000 Гц). Усилитель потребляет ток 10 мА при напряжении питания 33 В. На рис. 10 показаны частотные характеристики усилителя по току записи с коррекцией при различных скоростях движения ленты. Сигнал при измерении характеристик снимался с резистора 100 Ом, включенного в «холодный» конец записывающей головки при напряжении на входе усилителя —20 дБ.

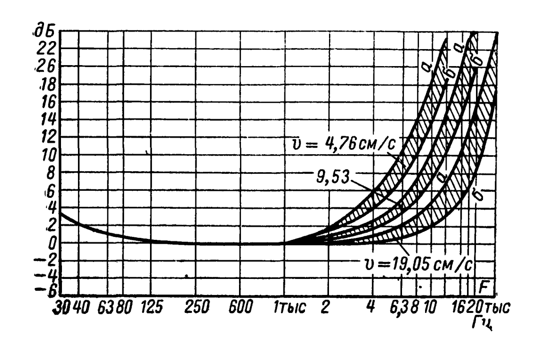


Рис. 10. Частотные характеристики усилителя записи.

а — без применения «кроссфилда»; *б* — с применением «кроссфилда».

На рис. 11 показана принципиальная схема усилителя записи (один канал). Структура усилителя записи аналогична структуре усилителя воспроизведения. Первые два каскада усилителя отличаются от аналогичных в усилителе воспроизведения только режимом второго каскада. Параллельно входу усилителя включена цепочка R_2C_3; R_2 является составной частью входного делителя. В эмиттер второй ступени включена цепочка C_5R_8, с помощью которой осуществляется частотнозависимая обратная связь. Между вторым и третьим каскадами включен регулятор уровня записи. Третий и четвертый каскады охвачены частотнозависимой отрицательной обратной связью по цепи R_{17}, R_{18}, C_{10}, C_{15} и R_{10}. Контур коррекции вынесен на плату переключателя коррекции. Изменяя величину резистора R_{18}, можно регулировать подъем частотной характеристики в области нижних частот. Подбором резистора R_{10} можно регулировать среднюю часть частотной характеристики. Регулировка характеристики в области верхних частот рабочего диапазона производится при общей настройке магнитофона элементами блока коррекции, потому что на верхней границе диапазона она зависит от выбранных головок, типа ленты и рабочего диапазона частот. Параметрический стабилизатор напряжения состоит из конденсатора C_{13}, резистора R_{19} и диода $Д_1$. Карта режимов усилителя приведена в табл. 4. В скобках указаны переменные напряжения в милливольтах при подаче на вход сигнала 150 мкВ с частотой 1000 Гц.

Таблица 4

Измеренное напряжение, В	Наименование элемента						
	T_1	T_2	T_3	T_4	C_2	C_8	C_{12}
$U_к$	2,3	4,2 (32)	1,75 (27)	5 (1400)	4,8	5,7	12
$U_э$	4,0	1,7	0,38	1,1	—	—	—
$U_{б.э}$	0,6	0,6	0,6	0,6	—	—	—

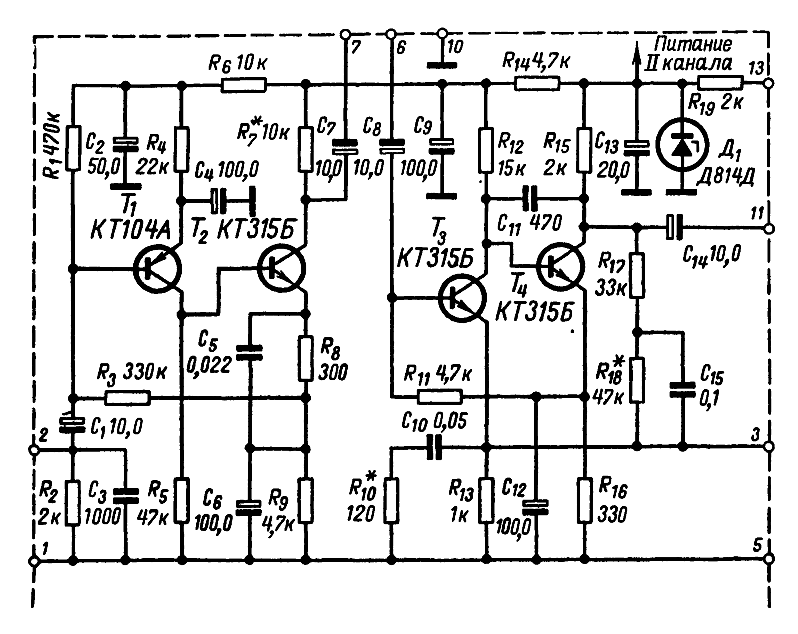


Рис. 11. Принципиальная схема усилителя записи.

Оба канала усилителя записи размещены на печатной плате из фольгированного гетинакса толщиной 1,5 мм. Размеры печатной платы 75×90 мм. Все отверстия диаметром 1,3 мм размещаются в узлах координатной сетки с шагом 2,5 мм.

Расположение печатных проводников на плате показано на рис. 12, размещение элементов — на рис. 13. Конденсатор C_{11} нейтрализует вредное влияние емкости монтажа. Он припаян со стороны печатных проводников. Конденсатор C_5 установлен в те же отверстия, что и резистор R_8.

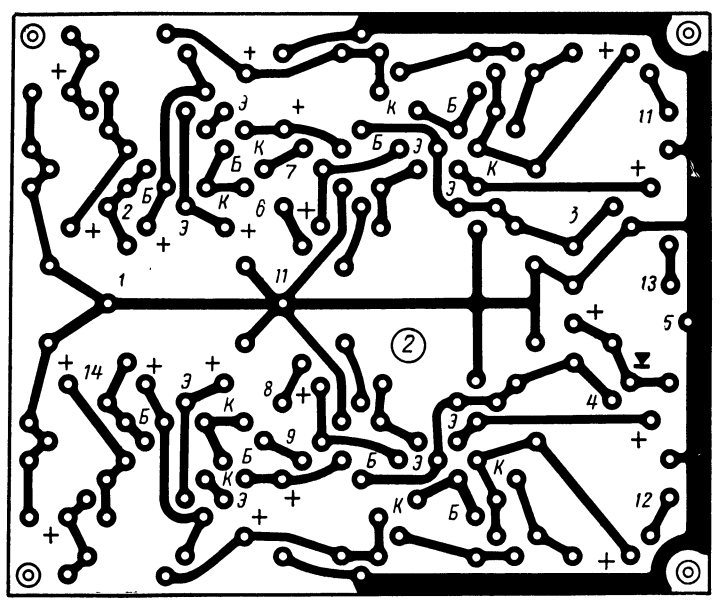


Рис. 12. Печатная плата усилителя записи.

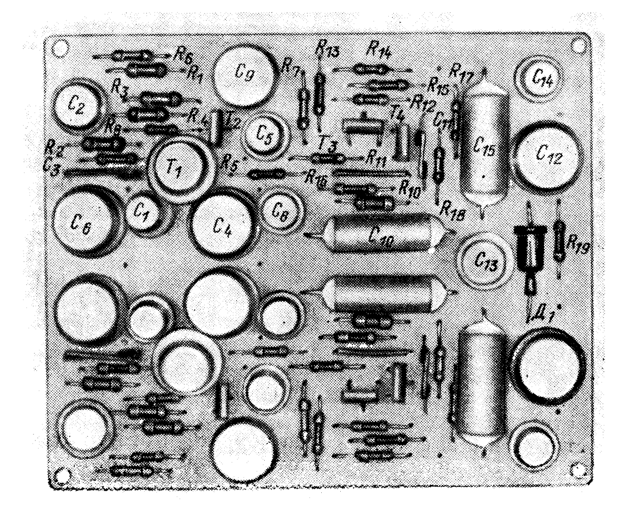


Рис. 13. Усилитель записи в сборе.

Переключатель коррекции. Плата *3* переключателя коррекции содержит элементы коррекции частотных характеристик усилителей записи и воспроизведения (рис. 4), определяющие вид частотной характеристики в зависимости от скорости движения ленты. Корректирующие элементы включены в цепи обратной связи соответствующих усилителей. Коммутация цепей коррекции осуществляется двумя переключателями, размещенными на плате и механически связанными с соответствующими кнопками управления скоростью. Плата содержит только пассивные элементы. На рис. 14 показана электрическая

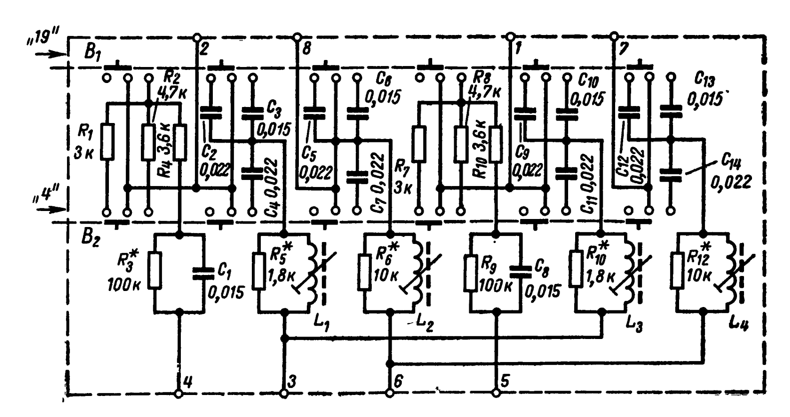


Рис. 14. Принципиальная схема переключателя коррекции.

схема переключателя коррекции. Элементы, обозначенные на схеме звездочкой, устанавливаются при регулировке. Резистор R_3 влияет на частотную характеристику усилителя воспроизведения в области нижних частот. Резистор R_4 определяет постоянную времени коррекции усилителя воспроизведения при скорости 19, R_1 — при скорости 9 и R_2 — при скорости 4. Конденсатор C_3 влияет на частотную характеристику в области средних частот при воспроизведении на скорости 19, C_2 — на скорости 9 и C_4 — на скорости 4. Их номиналы зависят от величины высокочастотных потерь в воспроизводящей головке. Контур коррекции, состоящий из катушки L_1 и перечисленных ранее конденсаторов, компенсирует щелевые потери головки воспроизведения и настраивается на верхнюю частоту рабочего диапазона. Номинал резистора R_5 зависит от величины щелевых потерь головки. Чем больше рабочий зазор головки, тем больше должен быть номинал R_5. Хорошие головки могут обеспечить необходимые частотные характеристики даже без высокочастотной коррекции. Так, например, применение в магнитофоне «Селигер-2» головки фирмы Тесла ANP 935 позволило отключить конденсаторы C_2 и C_3, C_5 и C_6. Таким образом, при скоростях 19 и 9 высокочастотная коррекция отсутствует.

Конденсатор C_6 определяет частотную характеристику в области средних частот усилителя записи при скорости 19, конденсатор C_5 — при скорости 9, конденсатор C_7 — при скорости 4. Контур, состоящий из катушки L_2 и перечисленных ранее конденсаторов, настраивают на верхнюю частоту рабочего диапазона на скоростях 9 или 4. При

скорости 19 его резонансная частота лежит в пределах 25—39 кГц. Величина резистора R_6 определяет глубину коррекции в области частоты резонанса контура и зависит от высокочастотных потерь записывающей головки. Верхняя граничная частота рабочего диапазона усилителя записи выбирается с учетом качества записывающей головки и ленты, на которой работает магнитофон. Оба канала переключателя коррекции собраны на печатной плате из фольгированного гетинакса толщиной 1,5 м и размером 75×90 мм. Расположение печатных проводников показано на рис. 15. Элементы схемы, кроме

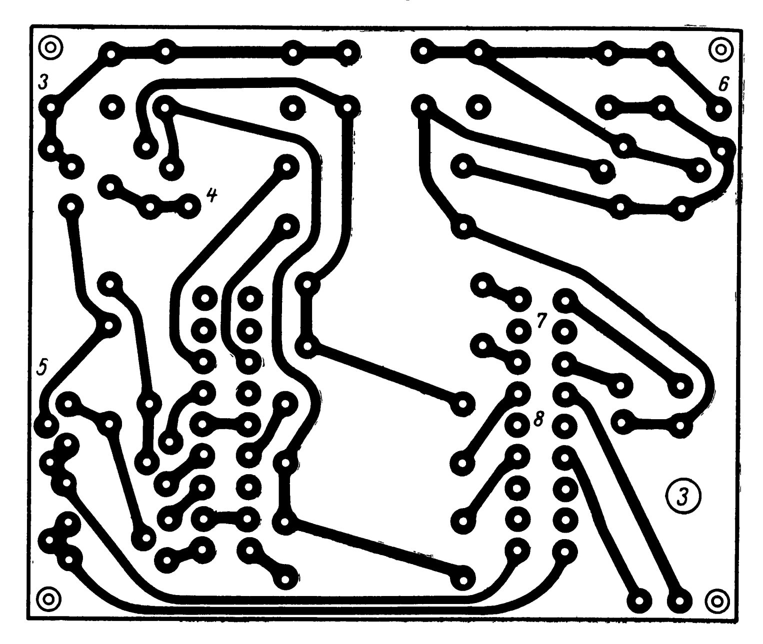


Рис. 15. Печатная плата переключателя коррекции.

переключателей B_1 и B_2, а также катушек коррекции L_1—L_4, размещены в узлах координатной сетки с шагом 2,5 мм. Расположение элементов на плате показано на рис. 16.

Темброблок, усилитель индикатора. Темброблок (плата *4* на рис. 4) предназначен для формирования частотной характеристики УНЧ магнитофона. К темброблоку подключены индикаторы, показывающие уровень входного сигнала. При неподвижной ленте они измеряют напряжение усилителя записи, при движущейся ленте — усилителя воспроизведения. Плата содержит раздельные регуляторы тембра высоких и низких частот.

Устройство имеет следующие параметры: чувствительность 0,5 В; входное сопротивление 40 кОм; коэффициент передачи по напряжению на частоте 1000 Гц равен 0,8. Максимальное неискаженное выходное напряжение на краях частотного диапазона составляет 2,5 В

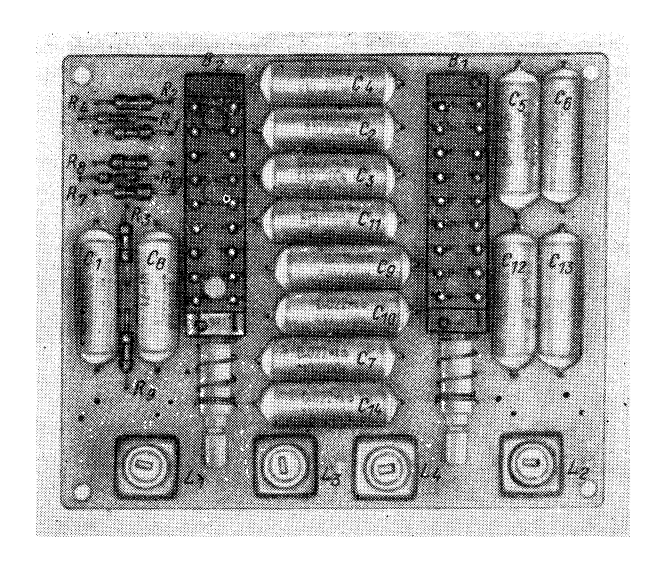


Рис. 16. Переключатель коррекции в сборе.

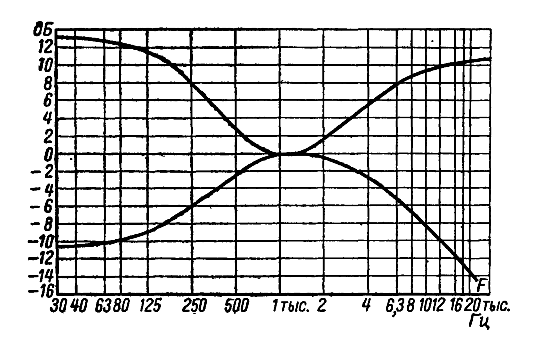


Рис. 17. Частотные характеристики темброблока.

на нагрузке 22 кОм. Усилитель потребляет ток 12 мА при напряжении питания 33 В.

На рис. 17 показаны частотные характеристики темброблока при крайних положениях регуляторов тембра. Выходное напряжение (на частоте 1 000 Гц) при изменении положения регуляторов тембра изменяется не более чем на ±1 дБ. Измерения проводились при подаче на вход устройства напряжения 0,5 В.

На рис. 18 показана принципиальная схема одного канала платы темброблока и усилителя индикатора.

Входные цепи усилителя коммутируются с помощью реле P_1 (P_2). Усилитель темброблока состоит из двух каскадов на транзисторах T_1 и T_3, между которыми включены регуляторы тембра. Транзистор T_1 включен по схеме эмиттерного повторителя и выполняет функции буферного каскада. С выхода T_1 сигнал поступает также на вход индикатора уровня записи. Усилитель индикатора, выполненный на транзисторе T_2, одновременно является и детектором. Он собран по

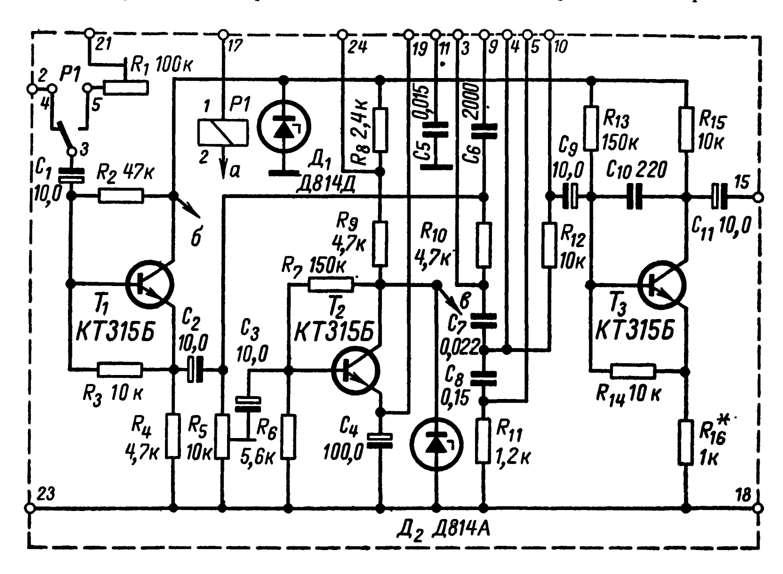


Рис. 18. Принципиальная схема темброблока и усилителя индикатора. Стрелками показаны связи со вторым каналом.

схеме с общим коллектором, имеет высокое входное и низкое выходное сопротивления. Угол отсечки усилителя равен 90°, поэтому он усиливает только положительный полупериод сигнала. Время обратного хода индикатора определяется постоянной времени $C_4R_и$, где $R_и$ — сопротивление рамки индикатора. Чувствительность индикатора регулируется при помощи полупеременного сопротивления R_5. Индикатор питается от отдельного низковольтного стабилизатора напряжения на диоде $Д_2$. Это, во-первых, способствует снижению начального тока транзистора T_2, который зависит от напряжения $U_{к.э}$. Во-вторых, при большой амплитуде сигнала через транзистор T_2 протекают большие токи и при питании темброблока и индикатора от одного источника неизбежно взаимное влияние между ними.

Регулятор тембра собран по схеме двойного Т-моста с частотой разделения 1000 Гц. Коэффициент его передачи по напряжению на средней частоте приблизительно равен — 15 дБ. Для восстановления уровня сигнала служит усилитель на транзисторе T_3 с коэффициентом усиления около пяти. Каскад имеет высокое входное сопротивление, которое необходимо для нормальной работы регуляторов тембра.

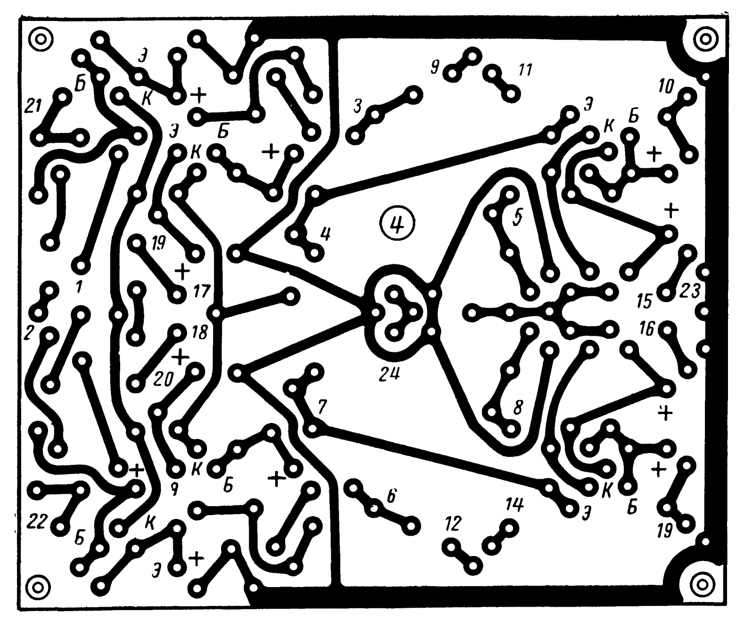


Рис. 19. Печатная плата темброблока.

Конденсатор C_{10} способствует повышению устойчивости усилителя в ультразвуковом диапазоне.

Следует обратить внимание на совпадение зависимостей изменения величины сопротивления от угла поворота для одноименных регуляторов тембра двух каналов. С выхода *15* усилителя сигнал поступает на регулятор громкости.

На рис. 19 показано расположение печатных проводников на плате темброблока и индикатора. Размеры платы и шаг сетки аналогичны описанным ранее.

На рис. 20 изображено расположение элементов платы. Расстояние между платой и основанием реле примерно равно 2 мм. Реле желательно паять легкоплавким припоем. Величину сопротивления R_1 и аналогичное ему во втором канале следует устанавливать с учетом совмещения регулировочного шлица с отверстием в кожухе экрана, о котором будет сказано при описании конструкции магнитофона. Регулировка устройства производится при общей настройке магнитофона (см. «Регулировка магнитофона»).

Генератор. Узел генератора (плата *5* на рис. 4) является одним из наиболее ответственных в магнитофоне. От формы колебаний тока высокочастотного подмагничивания и от правильности регулировки генератора зависят такие показатели, как шум в паузе, величина остаточного магнитного потока ленты, относительный уровень стирания, коэффициент нелинейных искажений и частотная характеристика канала записи.

При выборе частоты генерации разработчик сталкивается с противоречивыми требованиями. Они заключаются в том, что для подмагничивания требуется возможно более высокая частота, тогда как для стирания, напротив, с повышением частоты увеличиваются потери в стирающей головке. Поэтому выбирают разумный компромисс между минимально допустимой частотой генерации и максимально допустимой мощностью потерь. В портативных магнитофонах, где экономичность имеет первостепенное значение, частоту подмагничивания выбирают от 40 до 60 кГц. В сетевых магнитофонах частота может быть выбрана более высокой.

Генератор «Селигера-2» настроен на частоту 100 кГц. Он обеспечивает нормальную работу головок стирания, подмагничивания и записи. От генератора требуется значительная мощность высокочастотных колебаний для питания стирающей, подмагничивающей и записывающей головок, так как потери в сердечнике подмагничивающей головки составляют 70—80% потерь в стирающей головке. Несмотря на простоту схемы, генератор удовлетворяет этому требованию. Применение способа подмагничивания со стороны основы ленты («кроссфилд») сопряжено с некоторым усложнением схемы и конструкции магнитофона. В случае использования системы «чистого кроссфилда», т. е. когда ток подмагничивания подается только в подмагничивающую головку, конструкция фильмового канала и головок требует значительно более высокой точности исполнения и идентичности каналов. В противном случае весьма трудно получить оптимальный режим записи в обоих каналах одновременно. Чем больше отличаются параметры головок в стереоканалах, тем труднее найти оптимальный режим записи В магнитофоне «Селигер-2» в записывающую го-

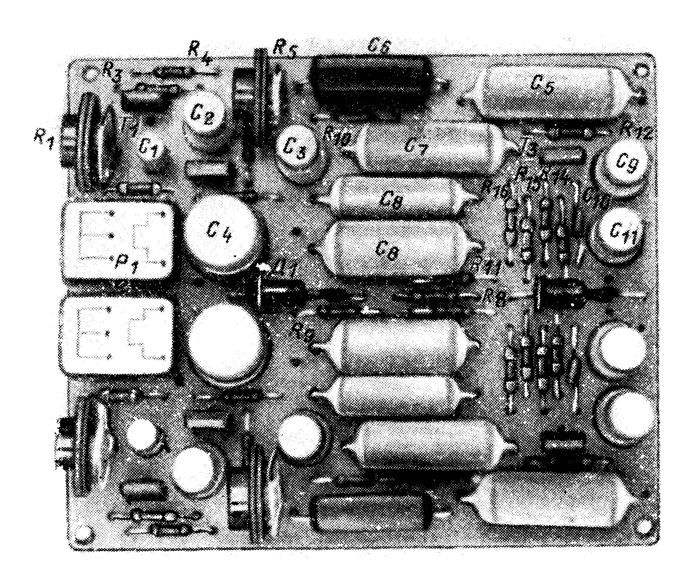


Рис. 20. Темброблок в сборе.

ловку подается балансирующий ток высокочастотного подмагничивания, в несколько раз меньший того, который необходим при традиционном способе высокочастотного подмагничивания. Изменяя величину этого тока, можно в необходимых пределах смещать рабочую точку режима записи и сбалансировать каналы даже при значительных механических перекосах между каналами и разбросе параметров головок записи и подмагничивания. Для уменьшения зависимости амплитуды генерируемого сигнала от режима работы магнитофона (монофонический или стереофонический) в схему введены эквиваленты нагрузок генератора для каждого из каналов.

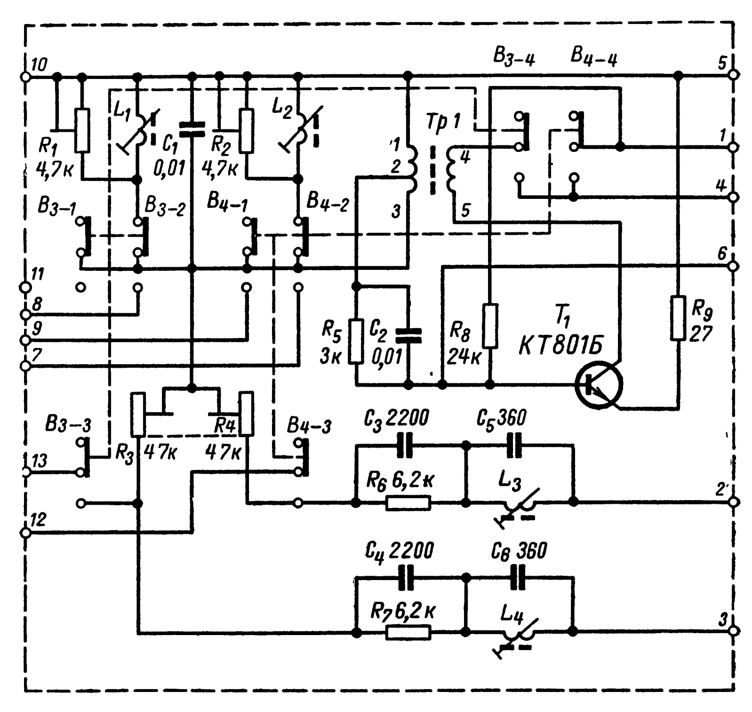


Рис. 21. Принципиальная схема генератора стирания.

Оптимальный ток подмагничивания зависит от длины волны записываемого на ленту сигнала. Поэтому теоретически для каждой скорости необходимо устанавливать соответствующие режимы записи. Значения оптимальных токов подмагничивания для скоростей 9 и 19 отличаются на несколько процентов; этой разницей можно пренебречь. Для скорости 4 желательно уменьшать ток на 5—10%. Однако это ведет к усложнению схемы и ухудшает надежность в силу появления дополнительной коммутации. Учитывая тот факт, что некоторое увеличение тока подмагничивания ухудшает только частотную характеристику канала записи, было решено режим записи уста-

навливать для скорости 9 и не изменять его при переходе на другие скорости. К тому же скорость 4 является дополнительной. Коррекция канала записи позволяет компенсировать частотные потери, а описанный ранее способ подмагничивания уменьшает размагничивание ленты за пределами рабочего зазора записывающей головки.

Таким образом, генератор «Селигера-2» имеет восемь регулировочных элементов, позволяющих решить все вопросы, связанные с балансировкой и коммутацией каналов. Генератор обеспечивает ток стирания в каждом канале не менее 78 мА, токи подмагничивания 26 мА, балансировочные токи до 1 мА. Генератор потребляет ток 20—30 мА при напряжении 33 В.

Генератор собран по однотактной схеме с трансформаторной связью (рис. 21). В контуре генератора и в цепи базы транзистора применены слюдяные конденсаторы. Это объясняется тем, что они обеспечивают удовлетворительную работу при значительной реактивной мощности на частоте генератора.

Резистор R_9 стабилизирует рабочую точку транзистора T_1. Дроссели L_1 и L_2 являются индуктивными эквивалентами головок. Резисторы R_1 и R_2 имитируют сопротивление потерь головок, резисторы R_3 и R_4 — регуляторы балансирующих токов.

Стабилизирующие цепочки C_3R_6 и C_4R_7 включены последовательно с заградительными фильтрами L_3C_5 и L_4C_6, настроенными на частоту генератора. Цепь смещения состоит из элементов R_5C_2 и R_8.

Карта режимов генератора сведена в табл. 5.

Таблица 5

Напряжение	Транзистор T_1, В			Трансформатор Tp_1, В		
	к	*э*	*б*	*2*	*3*	*5*
Постоянное	33	0,85	1	—	—	33
Переменное	23	1,7	2	3,8	34	23

Примечание Все измерения проводились при подключенных головках стирания и подмагничивания в режиме *Стерео*.

Измерения постоянного напряжения проводились относительно корпуса тестером ТЛ-4.

Печатная плата генератора имеет размеры 60×75×1,5 мм, изготовлена из фольгированного гетинакса (рис. 22). Контактные площадки размещены в узлах координатной сетки с шагом 2,5 мм. Исключение составляют гнезда для катушек эквивалентов, заградительных фильтров и переключателей (рис. 23).

Генератор без изменений может быть использован и для такого варианта магнитофона, в котором подмагничивающие головки не используются. Для этого случая в генераторе предусмотрена традиционная подача тока подмагничивания в записывающую головку.

Усилитель мощности. Он обеспечивает контроль программы как в режиме воспроизведения, так и в режиме записи. Усилитель мощности размещен на плате 6 и состоит из предварительного усилителя

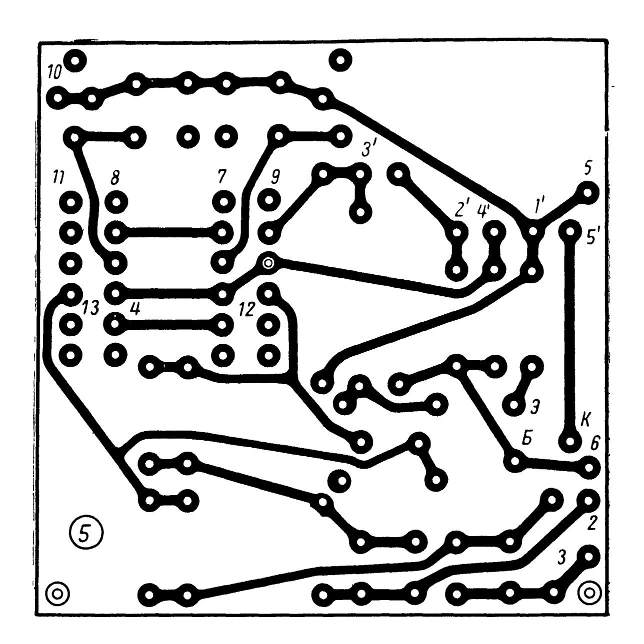


Рис. 22. Печатная плата генератора.

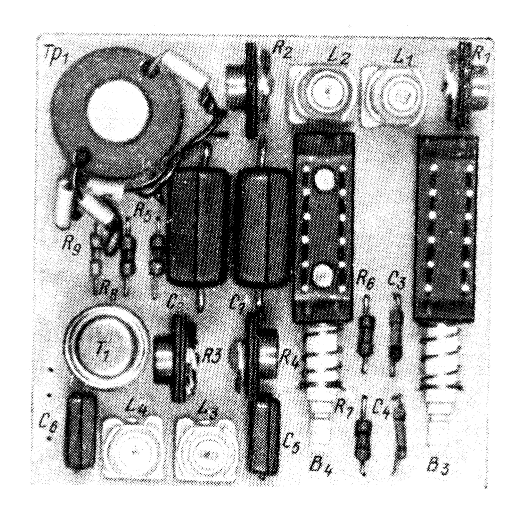


Рис. 23. Генератор в сборе.

и выходного каскада. Предварительный усилитель собран на печатной плате, выходной каскад — на шасси.

Принципиальная схема одного канала усилителя (без выходной ступени) показана на рис. 26. Весь усилитель собран на кремниевых транзисторах с проводимостью *n-p-n*. В ступенях предварительного усиления применены транзисторы КТ315Г с допустимым рабочим напряжением 35 В. Усилитель имеет выходную мощность не менее 8 В·А в каждом канале при сопротивлении нагрузки 4 Ом. Зависимость неискаженной выходной мощности от величины сопротивления нагрузки, полученная экспериментально, показана на рис. 24. Частотные характеристики усилителя при различных величинах сопротивления нагрузки приведены на рис. 25. Кривая *1* соответствует нагрузке 8 Ом, кривая *2* — нагрузке 4 Ом, а кривая *3* — нагрузке 2,7 Ом. Характеристики снимались при выходном напряжении 0,5 В (—20 дБ).

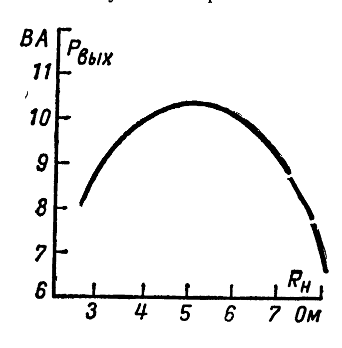


Рис. 24. Кривая зависимости выходной мощности усилителя от сопротивления нагрузки.

В режиме малого сигнала выходные транзисторы имеют меньший коэффициент усиления и показатели усилителя несколько хуже номинальных. Однако в домашних условиях небольшая выходная мощность используется довольно часто.

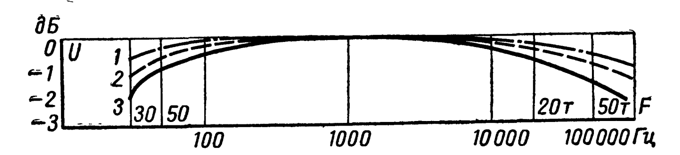


Рис. 25. Частотная характеристика усилителя мощности.

Чувствительность усилителя при номинальной выходной мощности составляет 0,35 В. Его входное сопротивление высоко и равно 50 кОм, что позволяет получить оптимальное согласование с регулятором громкости и необходимый диапазон регулировок.

Коэффициент нелинейных искажений усилителя при номинальной мощности не превышает 1%.

Выходное сопротивление усилителя не более 0,2 Ом.

В режиме молчания усилитель потребляет ток около 30 мА в каждом канале; потребляемый ток при номинальной выходной мощности зависит от сопротивления нагрузки и характера воспроизводимой программы.

Выходной каскад усилителя мощности построен по двухтактной схеме и работает в классе АВ. Первый каскад усилителя собран на транзисторе T_1 (КТ315Г) по схеме с общим эмиттером. Он согласует

низкое входное сопротивление фазоинвертора с регулятором громкости. Резистор R_2 и конденсатор C_3 повышают устойчивость усилителя в ультразвуковом диапазоне. Двухкаскадный фазоинвертор с эмиттерной связью собран на транзисторах T_2 и T_3. Левое по схеме плечо (T_2) — каскад с общим эмиттером. Он имеет сравнительно высокое входное сопротивление. Правое плечо собрано по схеме с общей базой и имеет низкое входное и высокое выходное сопротивление.

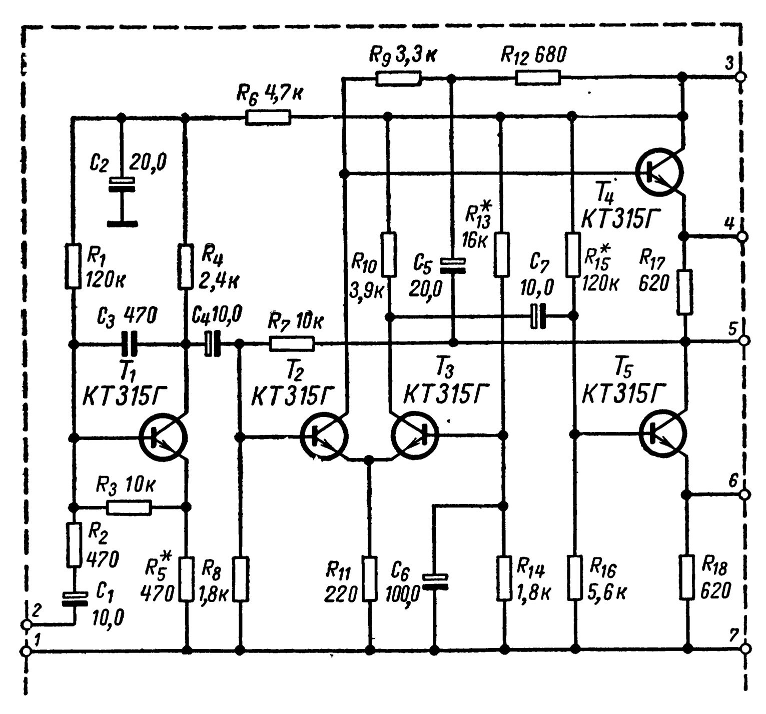


Рис. 26. Принципиальная схема усилителя мощности

В связи с тем что фазоинвертор имеет гальваническую связь с выходным каскадом, напряжение средней точки усилителя зависит от режима транзисторов T_2 и T_3 и регулируется при помощи резистора R_{13}. Ввиду того что в верхнее плечо включена «вольтдобавка» $R_{12}C_5$, напряжение средней точки несколько больше половины питающего напряжения. Выходной каскад (см. рис. 4 и рис. 26) состоит из двух пар составных транзисторов, включающих транзисторы КТ315Г и КТ802А каждая. Ток покоя усилителя (при отсутствии сигнала) регулируется при помощи резистора R_{15}.

Таблица 6 содержит сведения о режимах транзисторов усилителя.

Предварительную регулировку усилителя производят отдельно от выходной ступени. При этом проверяют соответствие режимов тран-

Таблица 6

Электрод	T_1		T_2		T_3		T_4		T_5	
	Постоянное, В	Переменное, мВ	Постоянное, В	Переменное, мВ	Постоянное, В	Переменное, мВ	Постоянное, В	Переменное, мВ	Постоянное, В	Переменное, мВ
Эмиттер	1,8	280	2,2	22	2,2	22	17,9	4800	0,6	900
База	—	300	2,8	100	2,8	0	18,5	5100	1,2	1200
Коллектор	6	100	18,5	5100	11	1200	33	0	17,3	4200

Примечания· Постоянные напряжения измерялись относительно корпуса ампервольтметром ТЛ-4

Ввиду большого разброса коэффициентов усиления применяемых транзисторов отдельные напряжения могут значительно отличаться от указанных в таблице.

Постоянные напряжения указаны в вольтах, переменные — в милливольтах при подаче на вход напряжения 0,3 В, частотой 1000 Гц.

зисторов по табл. 6 и устанавливают напряжение средней точки *5*. Затем проводят стыковку с выходным каскадом и регулируют ток холостого хода усилителя, после чего подключают нагрузку и окончательно симметрируют плечи при помощи резистора R_{13}.

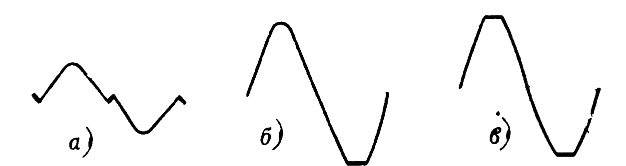


Рис. 27 Диаграммы выходных напряжений усилителя мощности.

На рис. 27, *а* показана осциллограмма выходного напряжения с искажениями, вызванными неправильной установкой рабочей точки выходного каскада (мал ток покоя).

На рис. 27, *б* показана осциллограмма выходного напряжения при несимметрии плечей в режиме большого сигнала; на рис. 27, *в* — выходной сигнал с симметричной отсечкой в режиме большого сигнала при правильно настроенном усилителе.

Усилитель собран на печатной плате из фольгированного гетинакса с размерами 40×180×1,5 мм (рис. 28). Все контактные площадки под элементы размещены в узлах координатной сетки с шагом 2,5 мм (рис. 29).

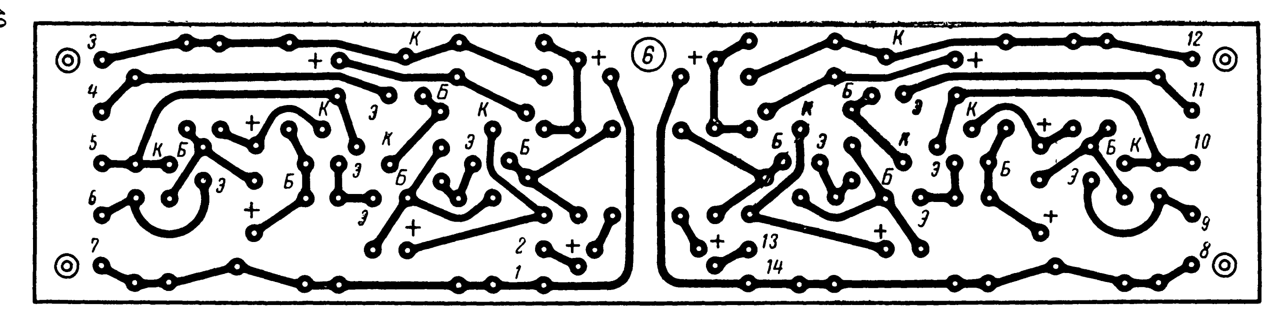


Рис. 28 Печатная плата усилителя мощности.

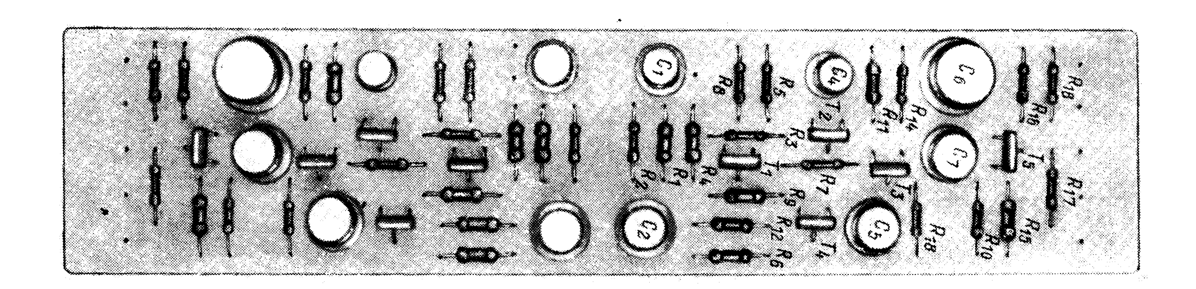


Рис 29. Усилитель мощности в сборе.

Силовой блок. Силовой блок смонтирован на плате *7* (рис. 4) и включает следующие вспомогательные устройства: параметрический стабилизатор напряжения, устройство управления электромагнитом рабочего хода $ЭМ_1$ и усилитель автостопа.

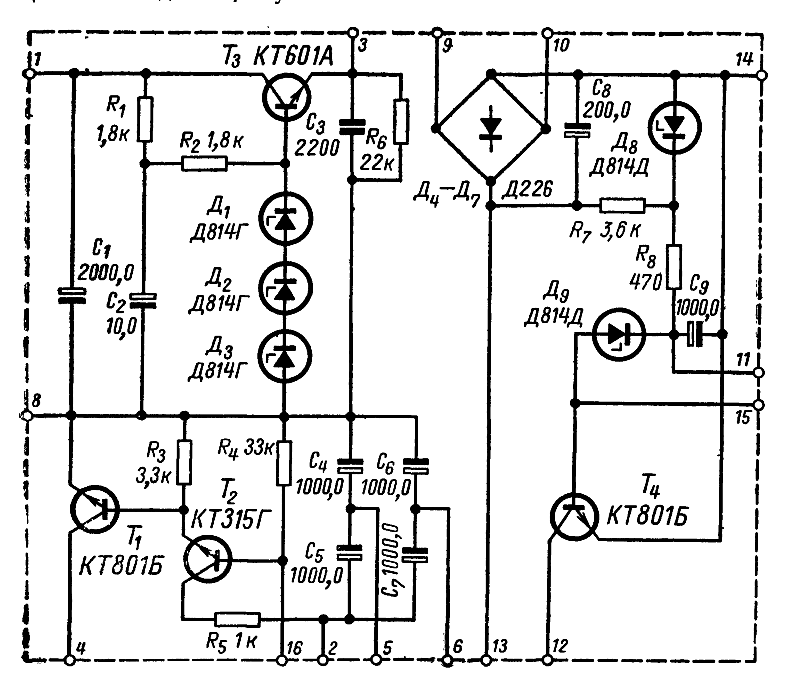


Рис. 30. Принципиальная схема силового блока.

Принципиальная схема силового блока показана на рис. 30. Схема стабилизатора составлена из транзисторов КТ601А (T_3) и КТ802А (T_5 на рис. 4). Последний закреплен на шасси магнитофона и является проходным. Стабилизатор рассчитан на выходное напряжение 33 В и средний ток до одного ампера. Схема управления электромагнита $ЭМ_1$ состоит из выпрямительного моста на диодах $Д_4$ — $Д_7$, осуществляющего питание электромагнита $ЭМ_1$, и из схемы реле времени на транзисторе T_4. Диодный мост включен в разрыв цепи пусковой обмотки двигателя, что позволяет получить большой перепад между пусковым напряжением (при холостом ходе) и напряжением удержания (под нагрузкой), рационально использовать мощность, обычно выделяемую на балластном сопротивлении, включенном последовательно с фазосдвигающим конденсатором. Когда транзистор T_4 закрыт, на конденсаторе C_9 устанавливается напряжение около 50 В. Величина этого напряжения может быть отрегулирована шунтированием точек *9* и *10* платы резистором R_{13} (см. рис. 4). Как только откроется транзистор T_4, срабатывает электромагнит $ЭМ_1$,

а напряжение на C_8 падает до 11—15 В и удерживается на этом уровне вплоть до отключения электромагнита кнопкой *Стоп*.

В режиме *Перемотка* выход *11* замыкается на землю и разряжает конденсатор C_9. По окончании перемотки электромагнит может быть включен только после того, как конденсатор C_9 снова зарядится до напряжения стабилизации диода $Д_9$. При этом ток стабилизации диода открывает транзистор T_4. Диод $Д_8$ ограничивает зарядный ток конденсатора C_9 и обеспечивает необходимое время заряда— порядка 1 с. Рабочий ток электромагнита $ЭМ_1$ равен примерно 120 мА.

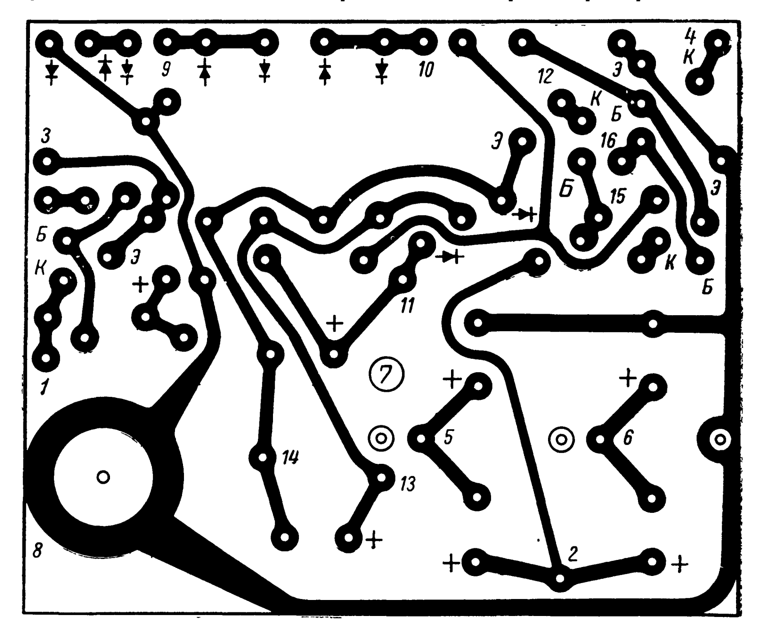


Рис. 31. Печатная плата силового блока.

Усилитель автостопа, собранный на составном транзисторе (T_1 и T_2), является усилителем постоянного тока. Его коэффициент передачи по току равен примерно 1000. Резистор R_5 ограничивает ток коллектора транзистора T_2.

Входной сигнал усилителя, поступающий с фоторезистора R_1, (см. рис. 4), зависит от светового потока лампы $Л_1$, управляемого лентой. При обрыве ленты или прохождении полупрозрачного ракорда автостоп срабатывает.

Кроме перечисленных устройств, на плате смонтированы выходные конденсаторы усилителей мощности C_4 — C_7.

На рис. 31 показана печатная плата силового блока. Она имеет размеры 75×90×1,5 мм и изготовлена из фольгированного гетинакса. Все отверстия под элементы размещены в узлах координатной сетки с шагом 2,5 мм за исключением отверстий под крупногабаритные конденсаторы C_1, C_4 — C_9.

На рис. 32 показано размещение элементов на плате силового блока. Конденсаторы C_4—C_9 механически закреплены на плате при помощи изолированной пластины.

Стабилизатор регулировки не требует. Регулировка схемы управления $ЭМ_1$ сводится к подбору напряжения на конденсаторе C_8, обеспечивающего устойчивое срабатывание магнита $ЭМ_1$.

Регулировка автостопа ограничивается подбором напряжения питания фотосопротивления таким образом, чтобы магнитофон выключался при установке полупрозрачного раккорда в фильмовый канал.

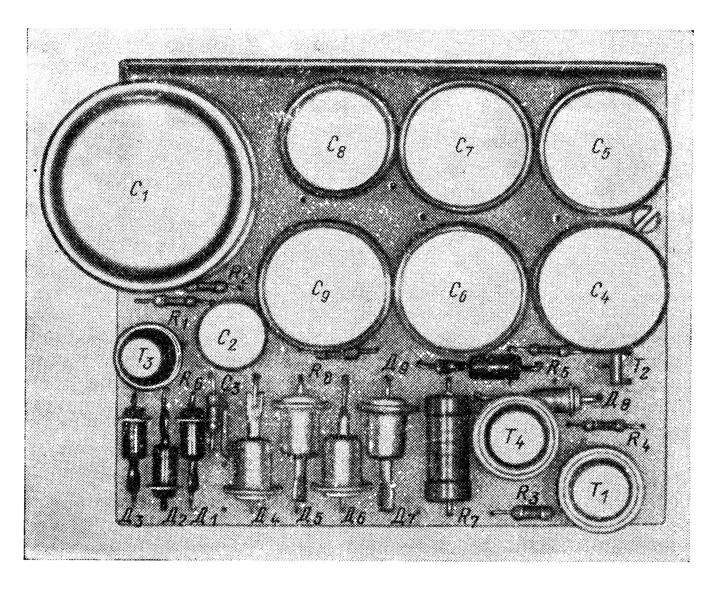


Рис. 32. Силовой блок в сборе.

Все перечисленные операции регулировки проводятся при общей настройке магнитофона.

Выходной делитель. Делитель (аттенюатор) собран на переключателе входных цепей и обеспечивает необходимый коэффициент деления сигнала для каждого входа магнитофона. Входные параметры делителя следующие:

Режим	Напряжение	Сопротивление
Микрофон	200 мкВ	Примерно 2 кОм
Приемник	10 мВ	75 кОм
Звукосниматель	150 мВ	1 МОм
Линия	10 В	2 МОм

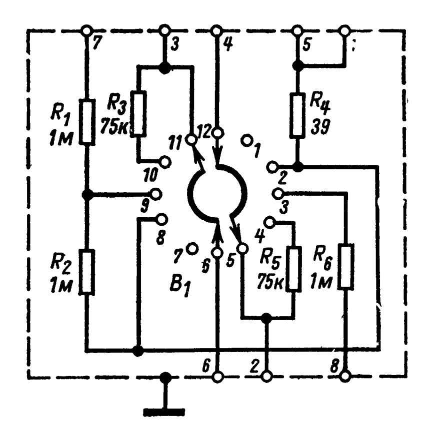


Рис. 33. Принципиальная схема аттенюатора.

При переключении на вход *Линия* возможна только монофоническая запись по любому из каналов или по двум каналам вместе. При этом сигнал на вход делителя поступает с третьей ножки разъема $Ш_3$.

Делитель собран на резисторах типа ВС-0,125. Переключатель $В_1$ — галетный (рис. 33).

Все устройство размещено в замкнутом алюминиевом экране.

КОНСТРУКЦИЯ МАГНИТОФОНА

Магнитофон имеет блочную конструкцию, что облегчает сборку и контроль аппарата как в радиолюбительских, так и в производственных условиях.

Магнитофон состоит из двух основных частей: лентопротяжного механизма и электронной части. Механизм размещается на верхней плоскости шасси, электронная часть — под шасси. Такая компоновка аппарата облегчает доступ к монтажу и механизму и улучшает его ремонтоспособность.

Разбивка схемы на законченные функциональные узлы выполнена таким образом, чтобы количество соединительных проводов было минимальным. Размещение узлов под шасси выбиралось с учетом ослабления взаимных наводок, что позволило уменьшить количество экранированных проводов и длину жгута. По желанию конструктора можно составить несколько вариантов функциональной схемы, соединяя блоки в разных сочетаниях. Так, например, можно сконструировать магнитофон без усилителя мощности или выполнить последний отдельно от магнитофона. Можно собрать магнитофон, предназначенный только для воспроизведения или только для записи. Имея два таких простейших магнитофона, очень удобно размножить магнитофильмы. Можно исключить темброблок, при этом сигнал будет достаточным для нормальной работы усилителя мощности.

Наиболее приемлемым вариантом является магнитофон без усилителя мощности и громкоговорителей. При серьезном увлечении стереофонической передачей ему нужно отдать предпочтение.

Магнитофон должен служить высококачественным и надежным источником сигнала, тогда как мощный усилитель является скорее спутником акустической системы. Его (усилитель) можно использовать не только для воспроизведения магнитофильмов, но и для подключения приемника, телевизора и проигрывателя. Включение мощного усилителя в состав магнитофона связано с тем, что автор пока не имеет полного комплекта перечисленных аппаратов.

Так как электрическая схема магнитофона была рассмотрена ранее, далее будут описаны узлы и детали лентопротяжного меха-

низма и внешнего оформления в последовательности, удобной для сборки магнитофона.

Сборка магнитофона осуществляется по двум параллельным направлениям:

собирают лентопротяжный механизм, регулируют и испытывают его;

монтируют и настраивают печатные платы.

Затем производят общий монтаж, регулировку и настройку магнитофона, устанавливают его в корпус и проводят контрольные испытания.

ЛЕНТОПРОТЯЖНЫЙ МЕХАНИЗМ

Отличительные особенности лентопротяжного механизма были рассмотрены ранее, поэтому мы перейдем к описанию узлов и деталей. Мы приведем подробные чертежи двух основных деталей. Это — шасси магнитофона и основание блока головок. На этих чертежах даны все размеры и допуски, потому что доработка их в готовом изделии затруднительна, а подчас и просто невозможна. Остальные узлы представлены на сборочных чертежах, на которых указаны габариты, сопряженные размеры и размеры, на которые следует обратить особое внимание.

Шасси. Эта деталь (рис. 34) изготовлена из листа алюминия толщиной 5 мм. Особое внимание следует обратить на перпендикулярность отверстий, выполняемых по 2-му классу точности к плоскости листа. В противном случае оси, запрессованные в эти отверстия, будут не параллельны между собой. Параллельность осей не будет соблюдена и при плохой плоскостности шасси. Поэтому его нужно изготовить из ровного листа с минимальной неплоскостностью (не более 0,2). Поверхность не должна иметь забоин и царапин, так как при этом ухудшается контакт с устанавливаемыми деталями. Допуски на свободные размеры выполняются по 5-му классу точности.

Основание блока головок. Основание (рис. 35) изготовлено из стали 20. Толщина листа 3 мм. Это наиболее ответственная деталь, требующая аккуратного исполнения. Ввиду того что перпендикулярность осей в фильмовом канале сильно влияет на устойчивость прилегания ленты к головкам, необходимо обеспечить перпендикулярность всех резьбовых отверстий по отношению к верхней плоскости пластины. Очень важно выдержать плоскостность детали (не ниже 0,05 мм). Лучше всего отшлифовать ее с обеих сторон или притереть на плите. Допускается любое антикоррозийное покрытие. Основание блока головок соединяется с шасси при помощи трех алюминиевых стоек, высота которых равна 36±0,03 мм.

Ведущий узел. На рис. 36 показан сборочный чертеж ведущего узла. Высокие требования, предъявляемые к его деталям, неоднократно обсуждались в печати. От качества изготовления узла зависят коэффициент детонации и стабильность скорости движения ленты.

Ведущий вал *1* изготовлен из стали ХВГ. Можно применять сталь ШХ15, У8, У10 и другие, имеющие твердость 60—64 HRC после закалки.

Вал отшлифован и притерт чугунным притиром. Чистота поверхности не должна быть ниже ▽11. Допускаемая нецилиндричность 2 мкм. Зазор между валом и втулкой 5—10 мкм. От чистоты поверхности ведущего вала зависят долговечность втулки, в которой он

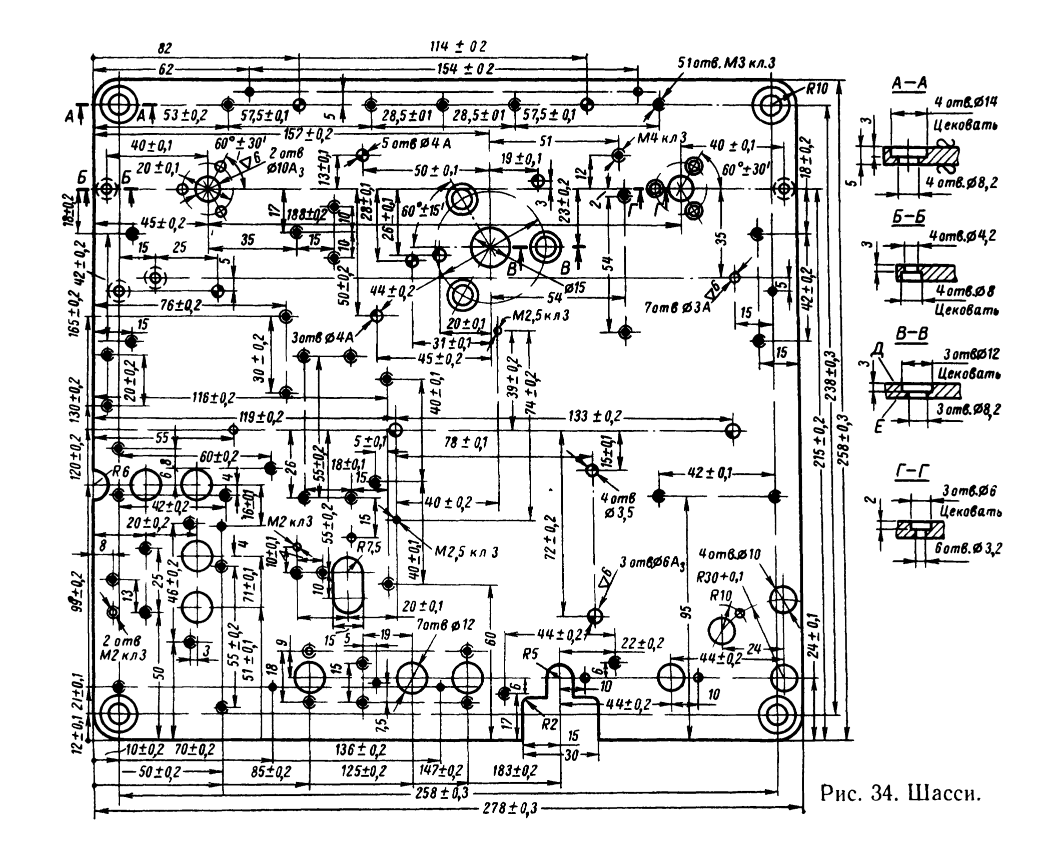

51отв. М3 кл.3
R10
А–А
4 отв.Ø14
Цековать
4 отв.Ø8,2
Б–Б
4отв.Ø4,2
4отв.Ø8
Цековать
В–В
3 отвØ12
Цековать
3 отв.Ø8,2
Г–Г
3 отв.Ø6
Цековать
6отв.Ø3,2
5 отв Ø4 А
М4 кл 3
2 отв Ø10А3
60° ± 30'
60°±15'
Ø15
7отв Ø3А
М2,5 кл 3
3отв Ø4А
4 отв Ø3,5
М2 кл3
М2,5 кл 3
3 отвØ6А3
4отв.Ø10
R30+0,1
R7,5
R6
R5
R2
7отв Ø12
2 отв М2 кл3
278±0,3
258±0,3
238±0,3
215±0,2
165±0,2
157±0,2
154 ± 0 2
114 ± 0 2
136 ± 0,2

Рис. 34. Шасси.

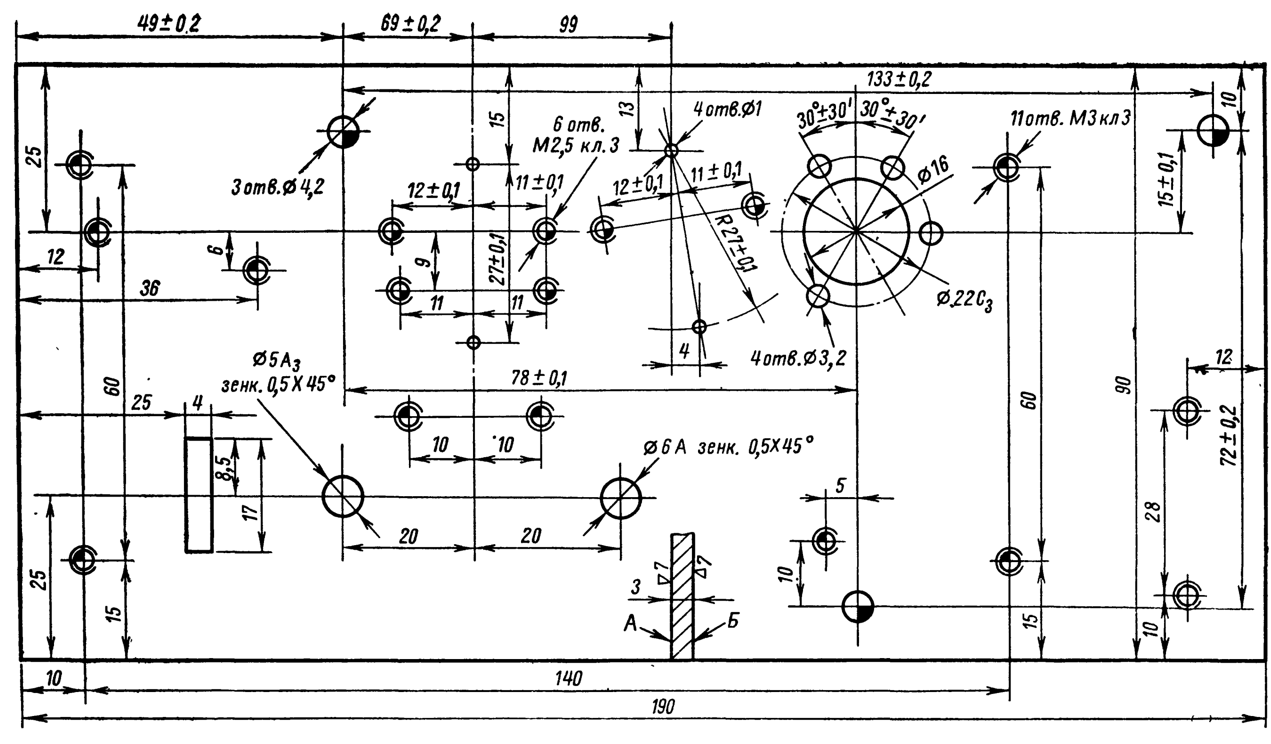


Рис. 35. Основание блока головок.

вращается, а также сцепление его с лентой. Вал имеет следующие размеры: длина — 58 мм, диаметр рабочей части — 9Д, размеры под запрессовку — 8Пр×12 мм. Покрытие отсутствует. Оба конца вала имеют притертые центровые отверстия диаметром 5 мм.

Вал запрессован в маховик *2*, изготовленный из латуни. Окончательная обработка маховика производится в центрах, в сборе с ведущим валом. Чистота обработки поверхности ∇8 После чистовой проточки маховик желательно отбалансировать.

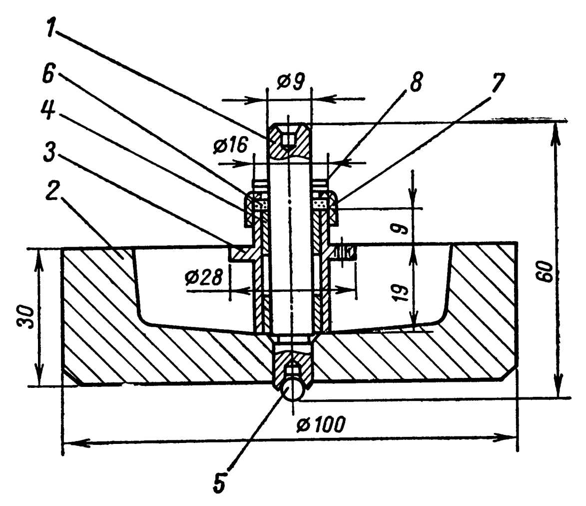


Рис. 36. Ведущий узел.

Ведущий вал вращается в подшипнике *4*. Он состоит из двух половин, запрессованных в стальную обойму *3*. После запрессовки втулки растачиваются до размера Ø9 А. Они обрабатываются за один установ. Чистота рабочей поверхности ∇7. Притирка втулки не допускается, так как абразив внедряется в материал и способствует ускоренному износу вала. Втулка изготовлена из бронзы Бр-ОФ, которую можно заменить на Бр-АЖ. Ведущий узел установлен на шаре *5* диаметром 4 мм, который лежит на капролоновом подпятнике толщиной 2 мм. Смазка узла производится веретенным маслом. Для улучшения условий смазки на вал надето фетровое кольцо *6* (сальник), пропитанное маслом и закрытое капроновой пробкой *7*. Чтобы масло не попало на ленту и прижимной ролик, на вал надето маслоотбойное кольцо 8 из текстолита. Толщина кольца 1 мм. Обойма *3* имеет четыре резьбовых отверстия М3 для закрепления на основании блока головок. Проверка узла на работоспособность проводится посредством измерения времени выбега маховика. Так называется время свободного вращения маховика по инерции после отключения привода. Время выбега на скорости 19 должно быть не менее 45 с. Критерием надежности работы узла является постоянство этого параметра во времени. Перед проверкой ведущий узел необходимо обкатать в течение 4—8 ч, промыть и поменять смазку

Боковые узлы. Если от точности изготовления ведущего узла зависят только стабильность скорости и коэффициент детонации, то от подающего узла зависят еще равномерность натяжения ленты, надежность ее контакта с головками, а следовательно, стабильность электроакустических параметров канала записи — воспроизведения. Способность магнитофона работать на тонких лентах определяется конструкцией боковых узлов. Необходимым условием в данном случае является наличие устройств, защищающих ленту от рывков и перегрузок в режимах пуска и торможения. Боковые узлы должны также обеспечивать равномерность хода и плотную намотку ленты при перемотке.

В магнитофоне «Селигер-2» применена распространенная весочувствительная конструкция боковых узлов. Фрикционная пара выбрана таким образом, что сила натяжения ленты, намотанной на стандартную катушку № 18, меняется от начала к концу намотки не более чем на 20%. При конструировании подобных узлов необходимо иметь в виду, что для повышения их чувствительности к массе ленты масса деталей узла должна быть минимальной.

Перераспределение силы натяжения ленты между подающим и приемным узлами в режиме *Рабочий ход* неизбежно приводит к изменению скорости движения ленты, а также способствует повышенному износу головок, поскольку натяжение ленты в конце катушки является избыточным.

В зарубежных магнитофонах I и II классов уже давно применяются так называемые разгрузочные муфты, предохраняющие ленту от динамических и статических перегрузок в процессе перемотки. Это связано с использованием тонких лент толщиной 26 и 18 мкм. Среди отечественных магнитофонов в настоящее время, пожалуй, нет ни одной модели, оснащенной такими устройствами.

Боковые узлы «Селигера-2» снабжены весочувствительными разгрузочными муфтами. Натяжение ленты при пробуксовывании муфты примерно в 3—4 раза превышает усилие натяжения ленты при перемотке, будучи намного меньше допустимого предела для тонких лент. В связи с тем что вес деталей над муфтой незначителен, натяжение ленты, при котором пробуксовывают муфты, отличается в начале и в конце катушки только на 10% (по результатам измерений).

Конструкция подающего узла. Подающий узел (рис. 37) должен обеспечивать равномерную подачу ленты при рабочем ходе и прямой перемотке.

Подкатушечник *1* выполнен из полистирола. Его втулка имеет внутренний диаметр ∅5 А и изготовлена из бронзы Бр-0Ф. Втулки шкива *2* и барабана *4* имеют аналогичную конструкцию. Основное требование, предъявляемое к подкатушечнику, — отсутствие биения обоих торцов. Допускаемое отклонение 0,02 мм.

Шкив *2* может быть выполнен из любой пластмассы, кроме полистирола, так как он разрушается от трения. Плотность пластмассы 1,05 — 1,15. Для обеспечения необходимого коэффициента трения к шкиву клеем БФ-2 приклеено гетинаксовое кольцо *3* толщиной 1,5 мм. Допускаемое биение наружного диаметра ∅62 мм не более 0,05 мм, а рабочей поверхности шайбы *3* — не более 0,01 мм. В противном случае не будет обеспечена равномерная подача ленты. Гетинаксовую шайбу *3* можно исключить, если применяемая пластмасса обеспечивает необходимое сцепление с фетровым кольцом *5*.

Тормозной барабан *4* выполнен из такой же пластмассы, что и шкив *2*. После приклейки фетровое кольцо *5* торцуют острым рез-

цом на оправке (по отверстию Ø5 А), чтобы исключить торцевое биение.

Между подкатушечником *1* и шкивом *2* помещается разгрузочная муфта. Она состоит из семи шайб: трех внутренних *7* и четырех наружных *6*. Шайбы изготовлены из гетинакса и покрыты с одной стороны ворсом. В простейшем случае к рабочей поверхности шайб

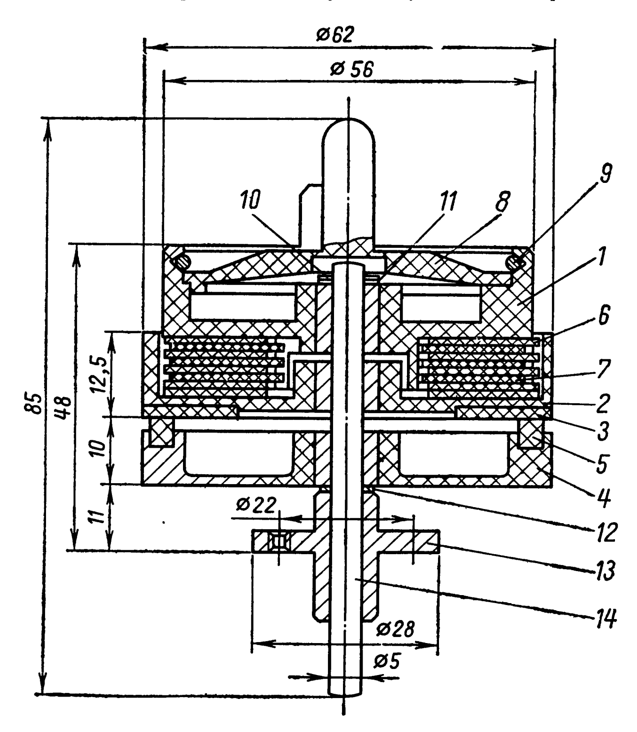


Рис. 37. Подающий узел.

резиновым клеем приклеивают «бархатную» бумагу. Внутренние шайбы имеют в отверстии выступы, при помощи которых они сцепляются с подкатушечником. Наружные шайбы имеют выступы по наружному контуру и сцепляются со шкивом *2*. Таким образом, вращающий момент при перемотке передается от шкива *2* к подкатушечнику *1* через систему шайб, сила трения между которыми зависит от массы катушки и, следовательно, от заполнения ее лентой.

Крышка *8* полистироловая от магнитофона «Яуза-5». Кольцо *9* изготовлено из рояльной проволоки 65Г диаметром 1,5 мм. Запорная шайба *10* изготовлена из стали 65Г и надевается на ось с натягом, что позволяет устанавливать ее на любой высоте, шайба *11* полистироловая. Фланец *13* дюралюминиевый. Он имеет три резьбовых отверстия диаметром М3 для установки узла на шасси. Во фланец запрессовывается гладкая ось *14*. В связи с этим ось должна иметь

ступенчатый переход: один диаметр должен быть выполнен по скользящей, другой по прессовой посадке. Можно сделать гладкую ось, а все отверстия, сопряженные с этой осью, выполнить по системе вала. Ось *14* изготовлена из стали ХВГ, закалена до твердости 50 HRC и имеет чистоту обработки поверхности не ниже ∇8. Втулки смазываются веретенным маслом.

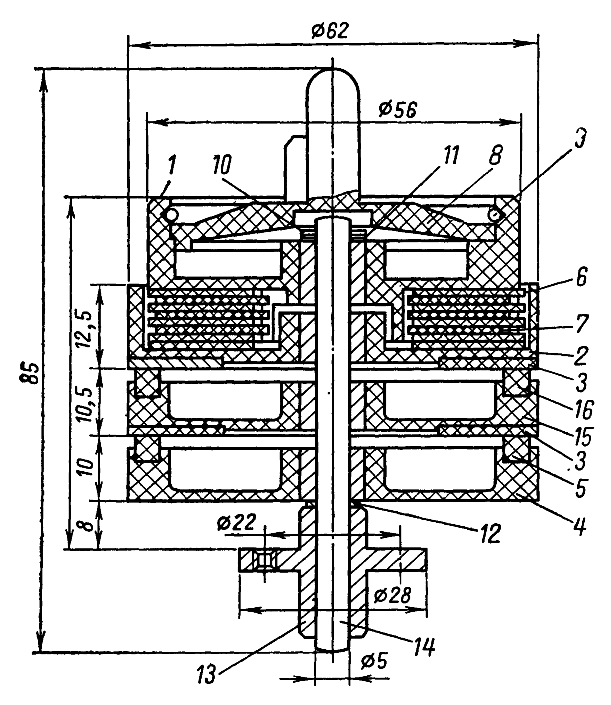


Рис. 38. Приемный узел.

1 — 14 см. рис. 37.

При сборке узла необходимо выдержать размер от нижнего торца фланца *13* до верхнего торца подкатушечника *1* с точностью ±0,2 мм. От этого зависят положение катушки по высоте и величина ступеньки в намотке ленты при переносе катушки на приемный узел. Этот размер равен 48 мм и регулируется при помощи шайб *12*.

Конструкция приемного узла. В режиме рабочего хода приемный узел подматывает ленту и укладывает ее на приемную катушку. Намотка должна быть плотной и ровной, натяжение ленты — равномерным и без толчков.

Приемный узел (рис. 38) отличается от подающего только наличием шкива подмотки *15* и кожаного кольца *16*, установленного на этом шкиве. Кожа имеет большее сцепление с гетинаксом, чем фетр. Это обеспечивает нужную плотность намотки. Биение торцов шкива

15, а также несоосность его наружного и внутреннего диаметров должны быть не более 0,01 мм.

Рекомендации по сборке этого узла те же, что и для подающего. Фланец *13* устанавливается на шасси снизу, поэтому базовый размер (53 мм) указан с учетом того, что шасси имеет толщину 5 мм. Удобнее регулировать размер от верхнего торца подкатушечника до верхней плоскости шасси. Как и для подающего узла, этот размер должен быть равен 48±0,2 мм.

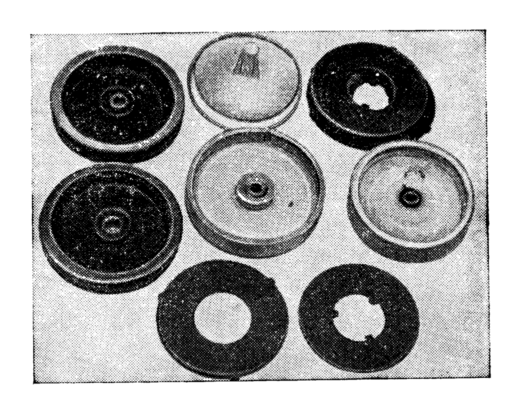


Рис. 39. Детали боковых узлов.

Боковые узлы проверяются при наладке лентопротяжного механизма. В режиме рабочего хода при помощи пружинного граммометра любого типа измеряют силу натяжения ленты при полной и пустой катушке. Она должна быть равна $(50—60)10^{-2}$ Н. В режиме обратной перемотки измеряют усилие проскальзывания левой муфты и силу торможения правого узла, в режиме прямой перемотки — усилие проскальзывания правой муфты и силу торможения левого узла. Натяжение ленты при проскальзывании должно равняться $(150—200)10^{-2}$ Н, при торможении — $(30—40)10^{-2}$ Н. Намотка при всех режимах работы механизма должна быть плотная и ровная.

Если усилие проскальзывания разгрузочных муфт мало, необходимо обработать поверхность гетинаксовых шайб муфты наждачной бумагой таким образом, чтобы риски располагались по радиусу. На рис. 39 показаны детали боковых узлов.

Механизм обратной перемотки. При обратной перемотке вращение от двигателя передается через паразитные ролики *25* и *26* (см. рис. 3). Ролик *25* установлен на шарнире из двух рычагов и имеет две степени свободы в плоскости, параллельной шасси. Под действием пружины, соединяющей рычаги шарнира, ролик заклинивается между шкивом перемотки левого узла и паразитным роликом *26*, через который осуществляется контакт со скоростной насадкой двигателя. Ролик *26* установлен на одном рычаге и имеет одну степень свободы. Система из двух роликов нужна для изменения направления вращения подкатушечника при обратной перемотке. Оба ролика обрезинены и имеют наружный диаметр 40 мм. Резиновые кольца вклеены

в канавки на наружной поверхности роликов. Толщина резины 4 мм, марка В-14 или НО-68. Втулки выполнены из железографита, внутренний диаметр втулок Ø4 А, длина 8 мм, наружный диаметр Ø8 Пр. Сами ролики алюминиевые. Высота роликов над шасси 27 мм. Следует обратить внимание на биение наружного диаметра резины, оно должно быть не более 0,05 мм. От этого зависят устойчивое зацепление и отсутствие вибраций при перемотке.

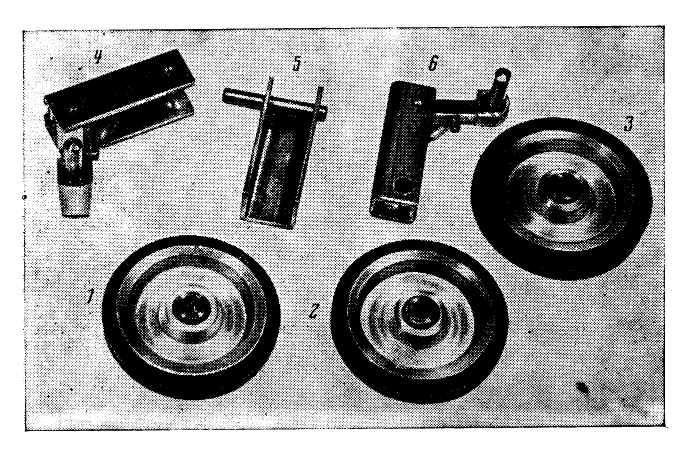


Рис. 40. Детали механизма перемотки.

1, 2, 3 — паразитные ролики; *4* — шарнир ролика обратной перемотки; *5* — рычаг ролика обратной перемотки; *6* — шарнир ролика ускоренного хода вперед.

Механизм прямой перемотки и подмотки. Вращение от двигателя к приемному узлу передается через один паразитный ролик *30* (см. рис. 3). Он установлен на таком же шарнире, что и ролик *25*. При работе ролик заклинивается между ведущим и ведомым шкивами. По конструкции и предъявляемым требованиям ролик *30* аналогичен роликам *25* и *26* механизма обратной перемотки. Его наружный диаметр равен 42 мм. Детали механизма перемотки показаны на рис. 40.

Шарнир ролика подмотки *15* (см. рис. 3) размещен на той же оси, что и шарнир ролика *30*. Расстояние от резинового кольца ролика *15* до шасси равно 14 мм. Ролик заимствован от магнитофона «Яуза-6». Его наружный диаметр 52 мм, внутренний 3 А. Толщина резины 3 мм. Детали механизма подмотки показаны на рис. 41.

Ролик скоростей. Ролик установлен на шарнире, аналогичном шарниру ролика подмотки. Разница заключается лишь в том, что между скобой *1* шарнира (рис. 42) и осью *2* установлена втулка *3*. От положения втулки на оси *10* зависит высота ролика над шасси, которая определяет передаточное число фрикциона. При изменении высоты ролик *4* входит в зацепление с разными ступенями скоростной насадки *5* двигателя.

Управление роликом осуществляется переключателем скоростей при помощи коромысла *6* и тяги *7*. Фрикцион вводится в зацепление

за счет усилия пружины *8*. Пружина *9* компенсирует вес устройства и возвращает его в исходное верхнее положение.

Блок головок. От конструкции блока головок во многом зависит стабильность электроакустических параметров магнитофона. Для

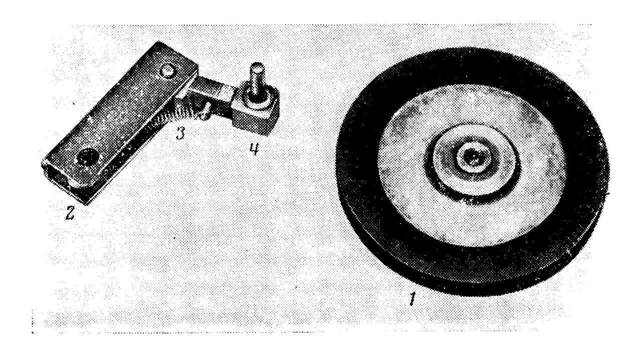


Рис 41. Детали узла подмотки.

1 — ролик; *2* — шарнир узла подмотки; *3* — рабочая пружина; *4* — ось ролика.

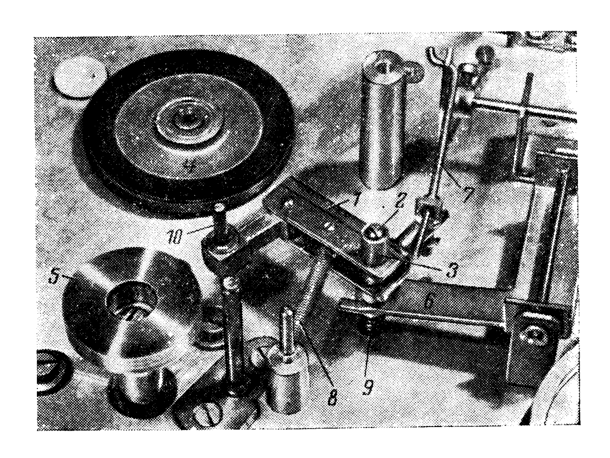


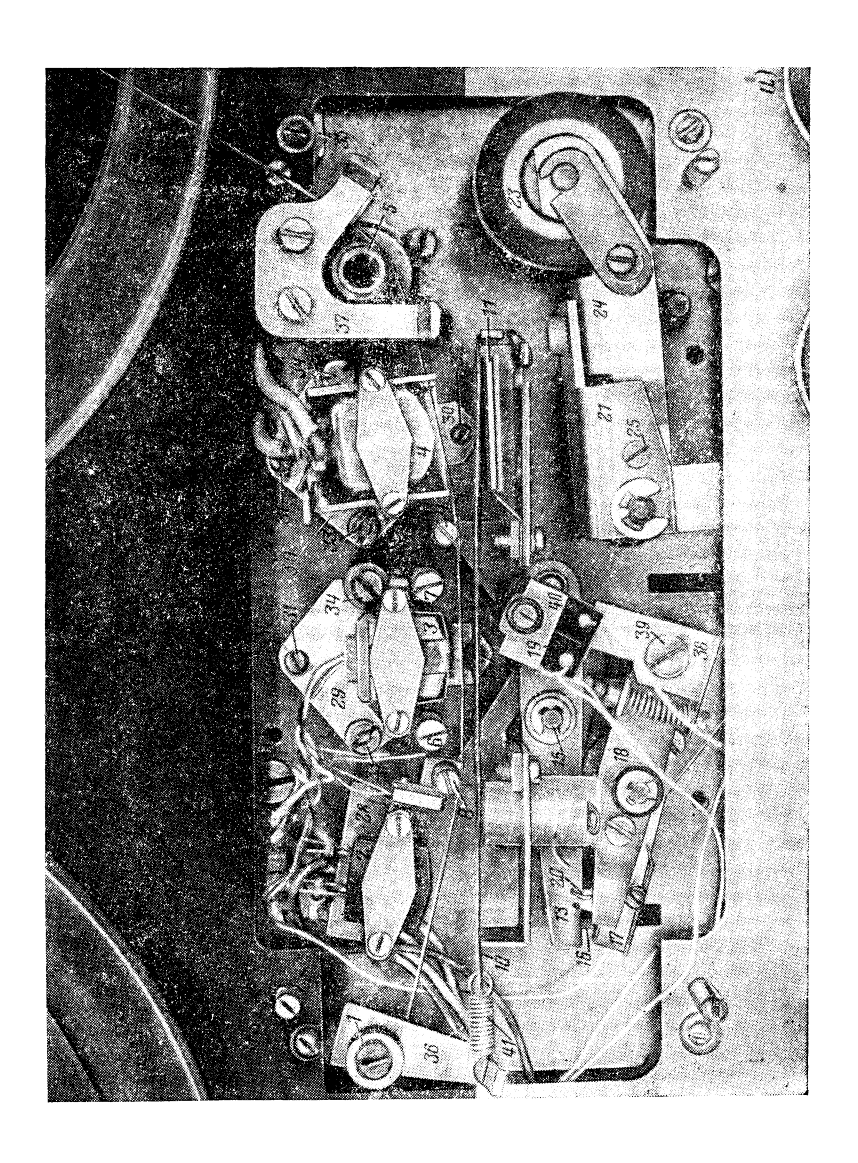
Рис. 42. Детали фрикциона скоростей.

уменьшения износа ленты необходимо, чтобы она имела по возможности меньше точек контакта с деталями механизма. Поэтому в магнитофоне «Селигер-2» фильмовый канал построен по принципу естественного облегания головок лентой. Угол охвата головок равен примерно 170°. На рис. 43, *а* и *б*, показан блок головок магнитофона в режиме *Стоп*. На рисунке даны следующие обозначения: *1* — вход-

ная направляющая колонка; *2* — стирающая головка; *3* — записывающая головка; *4* — воспроизводящая головка; *5* — ведущий вал; *6* и *7* — направляющие колонки; *8* и *9* — отводящие колонки; *10* — лентоприжим; *11* — экранирующая шторка; *12* и *13* — отводящие рычаги; *14* и *15* — оси; *16* — толкатель; *17* — несущий рычаг; *18* — вспомогательный рычаг; *19* — подмагничивающая головка; *20* — подводящая пружина; *21* — несущая скоба прижимного ролика; *22* — приводящая планка; *23* — прижимной ролик; *24* — скоба прижимного ролика; *25* — регулировочный винт; *26* и *27* — см. рис. 44; *28* — подставка стирающей головки; *30* — подставка воспроизводящей головки; *31* и *32* — винты регулировки высоты; *33* — гайка, сжимающая пружину; *34* — винты регулировки угла наклона; *35* — подставки для крепления фальшпанели; *36* и *37* — ловители ленты; *38* — планка головки подмагничивания; *39* — винт для крепления подмагничивающей головки; *40* — экран подмагничивающей головки; *41* — пружина лентоприжима.

Общий вид прижимного узла показан на рис. 44, а детали, входящие в сборку, — на рис. 45. Рабочая поверхность ленты имеет в фильмовом канале пять точек соприкосновения с деталями блока головок: входную колонку *1*, три головки *2*, *3*, *4*, ведущий вал *5* (рис. 43). Направляющих колонок *6* и *7* лента не касается. Они ограничивают свободу ленты только по высоте. Колонки *8* и *9* отводят ленту от головок. В таком положении облегчается зарядка ленты и осуществляется перемотка. Лентоприжим *10* также отведен от головок. Он изготовлен из полиэфирной пленки толщиной 120 мкм. Рабочая поверхность пленки покрыта ворсом. Покрытие аналогично примененному в разгрузочных муфтах. В домашних условиях лентоприжим можно изготовить, приклеив клеем БФ-2 к пленке кусочки тонкого сукна в зонах контакта с головками записи и воспроизведения. Сукно нужно приклеивать по краям, за пределами зоны контакта с головкой.

Направляющие стойки *6* и *7* изготовлены из бронзы Бр-0Ф (без покрытия) и установлены непосредственно на основании блока головок. Высота стойки 25 мм, ширина канавки $6{,}32^{-0{,}02}$ мм, расстояние от нижнего края канавки до поверхности основания $14{,}6\pm0{,}05$ мм, чистота поверхности торцов, соприкасающихся с лентой, — не ниже $\nabla 8$. Колонка *8* установлена на рычаге *10*. Колонка *9* и шторка *11* установлены на рычаге *12*. Рычаги *12* и *13* шарнирно связаны между собой. Колонки *8* и *9* изготовлены из бронзы Бр-0Ф и имеют чистоту поверхности $\nabla 8$. Экранирующая шторка *11* размером $20\times20\times1$ мм выполнена из отожженного пермаллоя. Оси *14* и *15* рычагов *12* и *13* установлены на основание блока головок. Описанная система рычагов приводится в движение толкателем *16*, механически связанным с кнопкой *Ход* и электромагнитом прижимного ролика $ЭМ_1$, о котором было сказано в разделе «Функциональная схема». При нажатии кнопки *Ход* толкатель *16* поворачивает (против часовой стрелки) рычаг *17*, на котором закреплены рычаг *18* и подмагничивающая головка *19*. Через пружину *20* движение передается рычагам *12* и *13*, в результате чего колонки *8* и *9* отодвигаются и освобождают ленту, которая прижимается к головкам лентоприжимом *10*. Рычаг *18* поворачивает несущую скобу *21* прижимного ролика при помощи планки *22*. Ролик *23* установлен в скобе *24*, которая своим концом входит в канавку винта *25*, позволяющего регулировать положение прижимного ролика по высоте. От скобы *21* к скобе *24* усилие передается при помощи пружины *26*. Усилие пру-



5—122

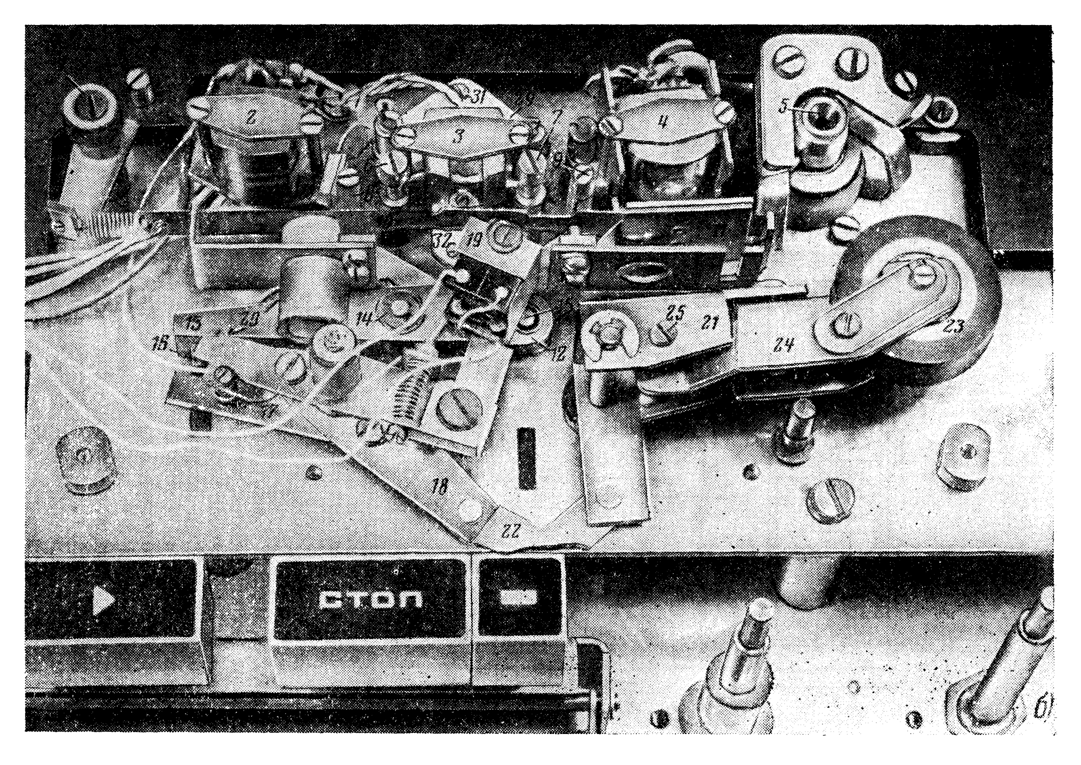


Рис. 43. Блок головок.

жины регулируется винтом *27*, который ввернут в гайку *28*. Высота центра гайки *28* совпадает с высотой осевой линии ленты в фильмовом канале. Конец скобы *24*, взаимодействующий с винтом *25*, совмещен с осью симметрии прижимного ролика *23* (по высоте). Такая конструкция прижимного узла обеспечивает автоматическую установку параллельности оси прижимного ролика и ведущего вала. Важность этого момента очевидна. Если параллельность оси не соблюдена, ленту ведет вверх или вниз в зависимости от характера

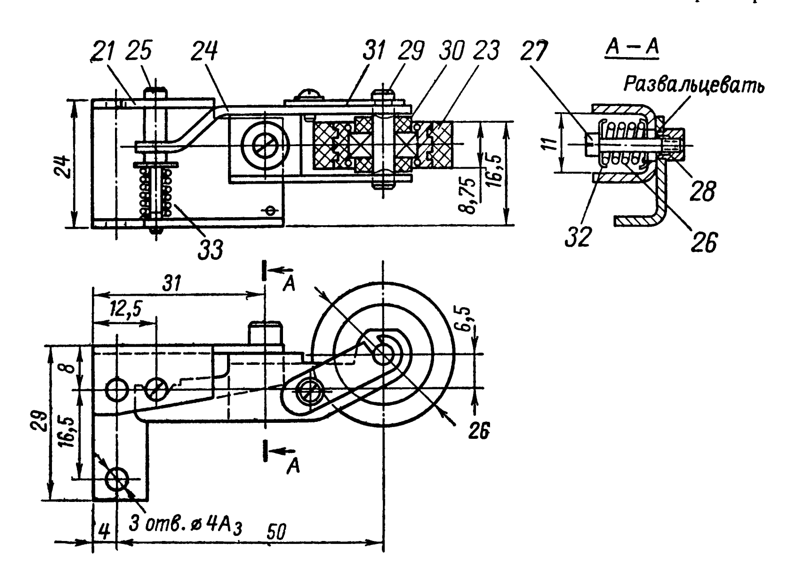


Рис. 44. Общий вид прижимного узла (фрагмент блока головок).

21 — несущая скоба; *23* — ролик; *24* — скоба ролика; *25* — регулировочный винт; *26* — рабочая пружина; *27* — винт; *28* — гайка; *29* — ось ролика; *30* — фиксирующая шайба; *31* — замок; *32* — чашки; *33* — фиксирующая пружина.

непараллельности. Самоустановка прижимного ролика уменьшает влияние биения резины, что практически всегда имеет место.

Прижимной ролик *23* (см. рис. 43) заимствован от магнитофона «Яуза-6». Он обрезан по высоте в размер 8,75 мм. Все рычаги изготовлены из листовой стали марки сталь-20 толщиной 1,6 мм.

Стирающая головка *2* закреплена на латунной пластине *28*, которая соединяется с основанием через стойку. Регулировка головки по высоте производится шайбами или прокладками.

Записывающая головка *3* и воспроизводящая головка *4* установлены на одинаковые подставки *29* и *30*. В подставках имеются резьбовые отверстия, расположенные соосно с рабочим зазором головки. В эти отверстия ввернуты стопорные винты *31* и *32*, позволяющие установить головки по высоте и углу наклона вперед — назад. Гайка *33* прижимает к подставке пружину. При помощи гайки *34* производится регулировка перпендикулярности рабочей щели го-

ловки по отношению к вектору движения ленты. Подставки *29* и *30* изготовлены из дюралюминия Д16Т толщиной 8 мм.

На входе и выходе фильмового канала установлены ловители ленты *36* и *37*, облегчающие зарядку аппарата лентой и определяющие ее положение в фильмовом канале. Ловители выполнены из листовой латуни толщиной 1,6 мм без покрытия.

Переключатель рода работ. Переключение рода работ осуществляется четырьмя кнопками. Благодаря наличию электрической бло-

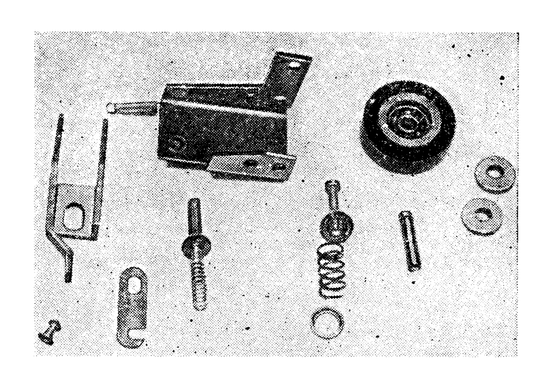


Рис. 45. Детали прижимного узла.

кировки кнопки можно включать в любой последовательности. Кнопки позволяют включать следующие режимы: *Ход, Кратковременный стоп* (из режима *Ход*), *Перемотка назад*, *Ускоренный ход вперед* и *Стоп*.

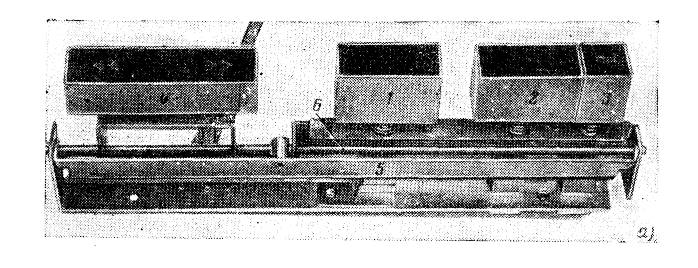
На рис. 46 *а* и *б* показан общий вид кнопочного переключателя. Кнопки *Ход* (*1*), *Стоп* (*2*) и *Кратковременный стоп* (*3*) приводятся в действие нажатием. Кнопка *Перемотка* (*4*) приводится в действие перемещением влево или вправо. При нажатии кнопок *1* и *4* рейка *5* поворачивается вокруг оси *6* на некоторый угол, необходимый для сбора и фиксации кнопок. Кнопка *2* не фиксируется. Она отодвигает рейку *5* на несколько больший угол и осуществляет сброс всех кнопок магнитофона. Под кнопкой *2* установлен электромагнит автостопа $ЭМ_2$. Кнопка *3* не имеет факсатора.

Детали переключателя изготовлены из листовой стали марки сталь-20 толщиной 2 мм. В качестве осей *6* и *10* использованы штифты диаметром 3±0,01 мм. Пружина *11* имеет наружный диаметр 4,5 мм, диаметр проволоки 0,4 мм, длина пружины 48 мм, число витков равно 32.

Пружина *12* имеет наружный диаметр 7,5 мм, диаметр проволоки 0,5 мм, длину 32 мм, и число витков 12.

Кнопки изготовлены из алюминия.

Переключатель записи. Переключатель записи — кнопочный, обеспечивает выбор первой и четвертой дорожек (левого канала), или второй и третьей дорожек (правого канала). Кнопки фиксируются в нажатом положении. Можно нажимать обе кнопки вместе



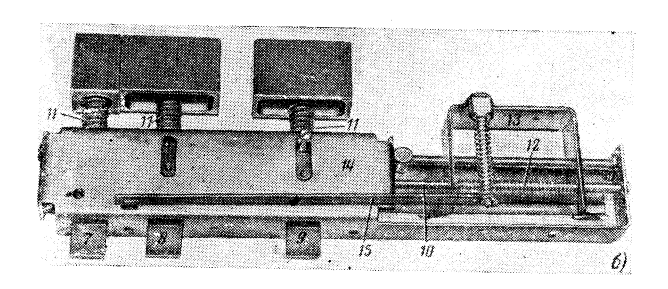
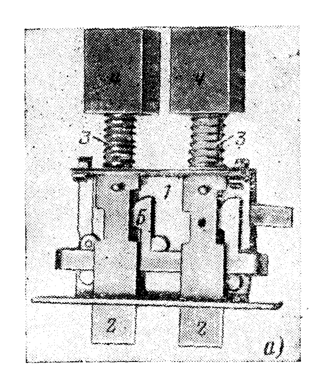


Рис 46. Переключатель рода работ.

7, 8, 9 — штоки кнопок; *11* и *12* — возвратные пружины; *13* — скоба кнопки «Перемотка», *14* — корпус; *15* — тяга перемотки.



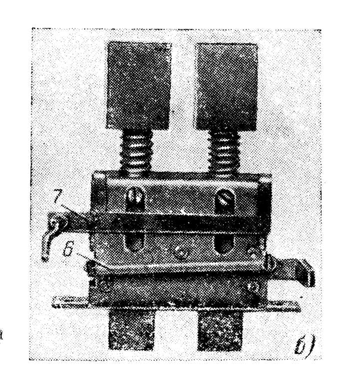


Рис. 47. Переключатель записи.

или каждую в отдельности. Сброс кнопок производится переключателем рода работы при нажатии кнопок *Ход*, *Перемотка* и *Стоп*.

На рис. 47 *а* и *б* показан общий вид переключателя записи. Корпус переключателя *1* согнут из листовой стали марки сталь 20 толщиной 1,2 мм. Конструкция и материал штоков *2* аналогичны таковым в кнопочном переключателе рода работ. Аналогичны пружины *3* и кнопки *4*. Фиксатор *5* изготовлен из стали толщиной 2 мм. Пружина *6* имеет следующие размеры: наружный диаметр 3 мм, диаметр проволоки 0,3 мм, длина 30 мм. Рычаг *7* блокирует кнопки записи при нажатой кнопке *Ход*.

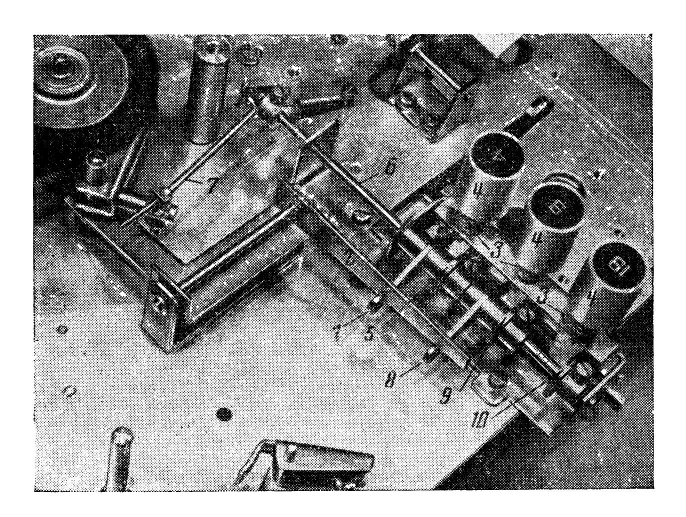


Рис. 48. Переключатель скоростей.

Переключатель записи установлен непосредственно над платой генератора стирания. Его штоки соосны с переключателями, установленными на плате.

Переключатель скоростей. Переключатель состоит из трех кнопок, соответствующих скоростям 19, 9 и 4. Он управляет паразитным роликом ведущего узла и переключателем коррекции, расположенным непосредственно под кнопками «19» и «4».

На рис. 48 показана конструкция переключателя.

При нажатии кнопки «4» кулачок *1* поднимает коромысло *2* в крайнее верхнее положение. При этом кронштейн с паразитным роликом ведущего узла опускается вниз до упора и занимает положение, соответствующее скорости *4*. Как только заканчивается движение устройства по вертикали, кулачок *5* поворачивает ось *6* и отводит тягу *7*, удерживающую ролик в нерабочем состоянии. Ролик входит в зацепление.

При нажатии кнопки «9» кулачок *8* переводит ролик в среднее положение, после чего кулачок *9* отводит тягу *7*. При нажатии кнопки «19» ролик остается в крайнем верхнем положении, а кулачок *10* отводит тягу *7* и включает передачу. Кнопки *4* переключения

скоростей занимают исходное положение под действием возвратных пружин *3*.

Шток кнопки «9» короче штоков кнопок «4» и «19», так как он не должен взаимодействовать с переключателем коррекции. В остальном конструкция переключателя скоростей аналогична конструкции переключателя записи.

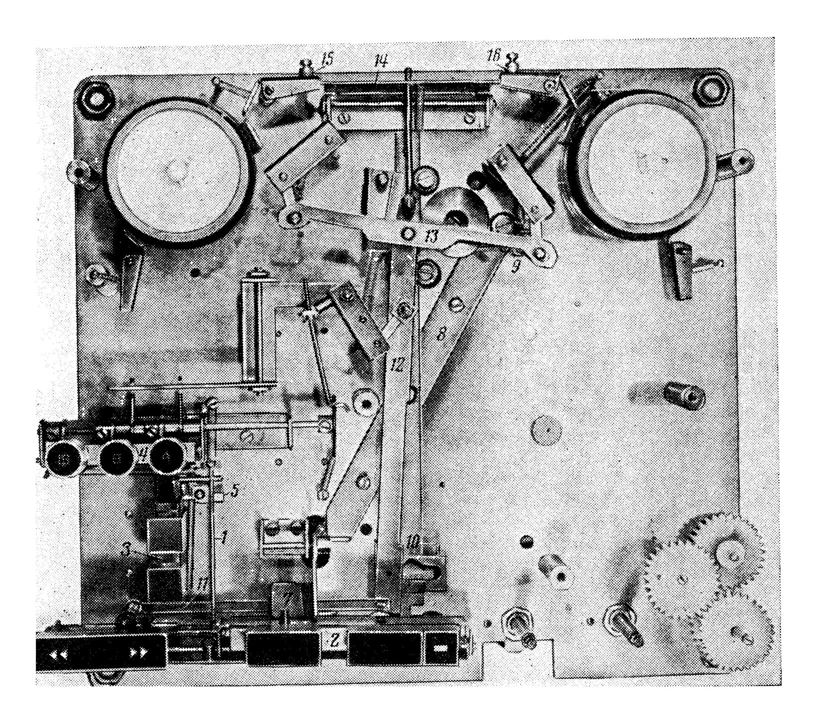


Рис. 49. Кинематические связи узлов.

1 — тяга; *2* — переключатель рода работ; *3* — переключатель записи; *4* — переключатель скоростей; *5* — уголок; *6* — рычаг блокировки; *7* — толкатель; *8* — планка подмотки; *9* — шарнир ролика подмотки; *10* — планка; *11* — тяга перемотки; *12* и *13* — рычаг и перемотки; *14* — тормозная планка; *15* и *16* — винты регулировки тормозов. Ролики на рисунке не показаны.

Тормоза. Лентопротяжный механизм оснащен двумя разновидностями тормозов. Они сходны по конструкции, но имеют разное назначение.

Тормоза рабочего натяжения ленты *20* и *28* (см. рис. 3) действуют постоянно. Они заклиниваются, когда узел работает как подающий, при этом тормозной барабан *22* или *29* останавливается. Если узел работает как приемный, тормоза проскальзывают и барабан *22* или *29* вращается свободно.

Тормоза *18* и *19* включаются только в режимах *Стоп* и *Кратковременный стоп.* Принцип их действия аналогичен рассмотренному

выше. Однако режим торможения значительно жестче. Натяжение ленты при торможении определяется моментом проскальзывания разгрузочных муфт. Наличие последних позволяет проводить резкое торможение и обеспечивает минимальное время остановки ленты. Проскальзывание приемного узла при торможении предупреждает образование петли

Взаимодействие узлов. Для наглядной иллюстрации связей между узлами на рис. 49 показан лентопротяжный механизм магнитофона без блока головок. Тяга *1* связывает между собой фиксаторы переключателя рода работ *2* и переключателя записи *3*. К фиксатору переключателя скоростей *4* движение передается через уголок *5*.

Блокировочный рычаг *7* (см. рис. 47) переключателя записи взаимодействует с кнопкой *Ход*. С этой же кнопкой связан и толкатель *7* (рис. 49), передающий движение на блок головок. «Дожатие» толкателя осуществляется магнитом рабочего хода $ЭМ_1$, который установлен под шасси. Планка *8* связывает толкатель *7* с роликом подмотки *9*. От планки *8* усилие передается также планке *10*, управляющей тормозами.

Тяга *11* связывает кнопку *Перемотка* с рычагом *12*, который приводит в действие ролики перемотки. На рычаге *12* установлен ролик, который входит в паз планки *10*. При повороте рычага *12* ролик толкает планку *10* и отключает тормоза.

Ввиду того что ручка регуляторов тембра управляет двумя сдвоенными потенциометрами, регулировка производится через зубчатую передачу.

Привод счетчика ленты осуществляется от приемного узла с помощью резинового пассика.

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ МОНТАЖ

На рис. 50 показано размещение в магнитофоне элементов электрической схемы (вид на шасси снизу). Печатные платы усилителей воспроизведения *1* и записи *2*, а также переключателя коррекции *3* и темброблока *4* заключены в стальные экраны из листовой стали марки сталь 20 толщиной 1 мм.

Генератор подмагничивания *5* и силовой блок *7* экрана не имеют и закреплены на шасси при помощи уголков. На угольнике *8*, согнутом из алюминиевой пластины толщиной 2 мм, размещаются усилитель мощности *6*, мощные транзисторы, диодный мост, переключатель напряжения и выходные разъемы. Тепло, выделяемое мощными транзисторами и диодами, рассеивается угольником *8* и шасси магнитофона. Угольник должен иметь надежный тепловой контакт с шасси магнитофона, иначе возможен перегрев мощных транзисторов. Транзисторы и диоды, установленные на угольнике, электрически изолированы от него при помощи слюдяных прокладок толщиной 50 мкм.

Силовой трансформатор *9* установлен на стальном уголке в положении минимальных наводок и заключен в пермаллоевый экран толщиной 1 мм.

Монтаж магнитофона выполнен проводом МГШВ 0,14. Все провода связаны в три основных жгута: силовой, воспроизведения и записи. Учитывая, что полоса частот, пропускаемая усилителем, изме-

ряется десятками килогерц, монтаж следует вести особенно аккуратно. От правильного выбора точек заземления усилителя может зависеть устойчивость его работы. Это подбирается опытным путем.

На рис. 51 показано размещение магнитофона в корпусе. Шасси *1* закреплено на уголках *2*, привинченных к стенкам корпуса. Между уголками и шасси установлены резиновые амортизаторы *3*, которые изолируют корпус от вибрации двигателя.

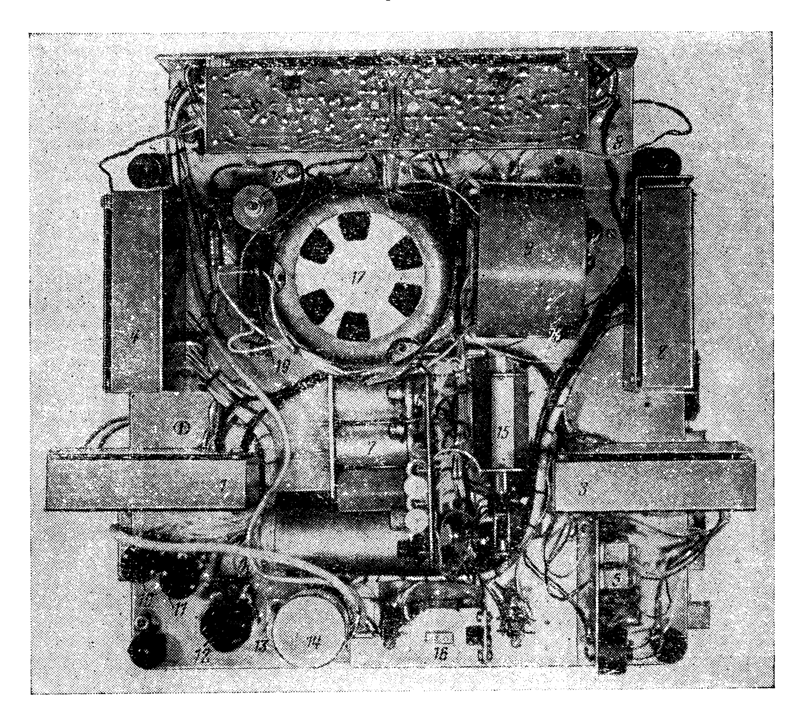


Рис. 50. Электрический монтаж.

10 — регулятор верхних частот; *11* — регулятор нижних частот; *12* — регулятор громкости; *13* — регулятор уровня записи; *14* — переключатель входных цепей; *15* — электромагнит рабочего хода; *16* — электромагнит автостопа; *17* — двигатель; *18* и *19* — фазосдвигающие элементы двигателя.

Регулировка положения магнитофона в корпусе осуществляется при помощи гаек *4*, которые имеют некоторую свободу в отверстиях уголков *2*.

Фальшпанель *15* из алюминиевой пластины толщиной 2 мм состоит из двух частей: верхней черной — декоративной, нижней белой — панели управления. Деление проходит по линии фильмового канала. Для закрепления фальшпанели предусмотрено шесть винтов. Четыре расположены под крышками блока головок и два — около боковых узлов (см. рис. 2).

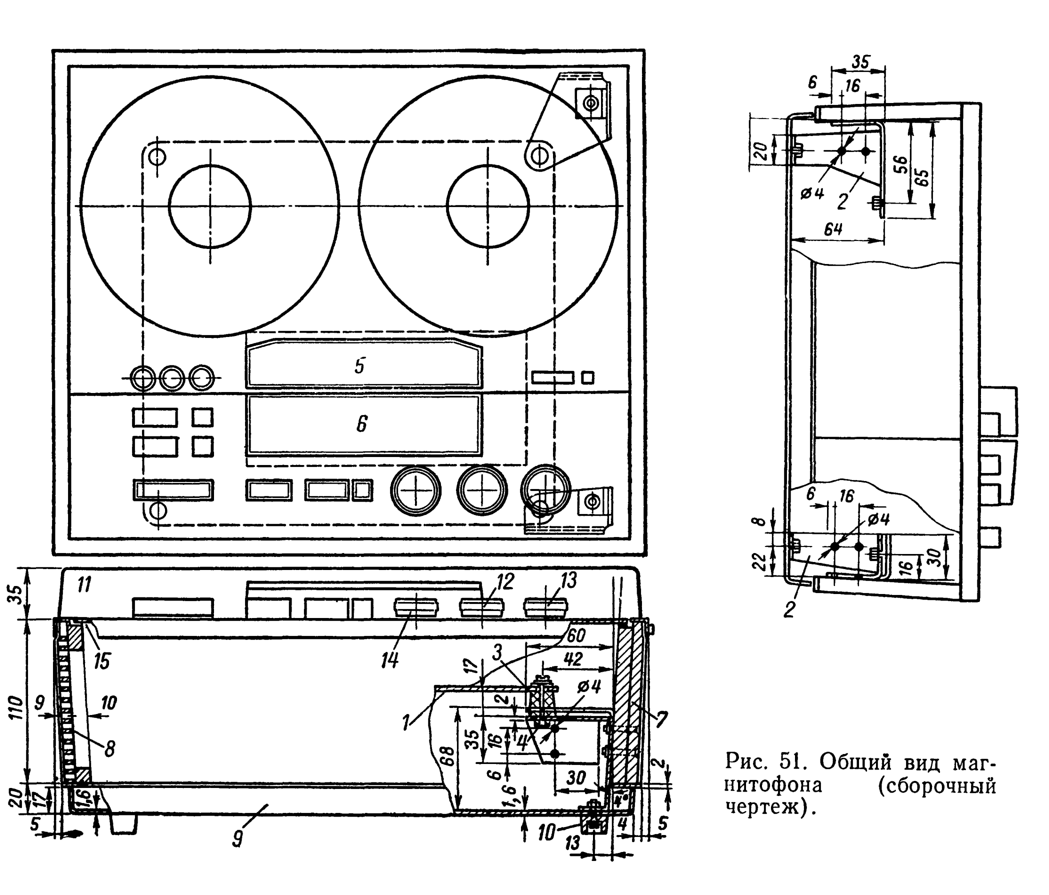


Рис. 51. Общий вид магнитофона (сборочный чертеж).

Крышки блока головок *5* и *6* изготовлены из оргстекла и закреплены на фальшпанели.

Корпус *7* магнитофона склеен из десятимиллиметровой фанеры и обтянут кожезаменителем. Контрольные громкоговорители располагаются на боковых стенках и закрыты пластмассовыми решетками *8*.

Поддон *9* изготовлен из алюминиевой пластины толщиной 1,5 мм и привинчен к уголкам *2*. Винты, связывающие поддон с уголками, проходят сквозь резиновые ножки *10*. Поддон имеет вентиляционные отверстия.

Верхняя крышка *11* склеена из оргстекла толщиной 5 мм.

Ручки регуляторов громкости *12*, тембра *13* и уровня записи *14* выполнены из алюминия. Ручки надеваются на оси потенциометров с натягом по принципу цангового зажима, для чего их втулки разрезаны вдоль.

ПРОВЕРКА МАГНИТОФОНА НА ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ

Проверка функционирования предшествует регулировке аппарата. Она заключается в устранении ошибок и доведении работы схемы и механизма до уровня, при котором имеет место нормальное прохождение сигнала и функционирование всех элементов. Перед началом работы все подстроечные сопротивления устанавливают в среднее положение.

В первую очередь при помощи авометра проверяют соответствие монтажа принципиальной схеме, показанной на рис. 4. После устранения ошибок еще раз убеждаются в отсутствии короткого замыкания в цепях питания магнитофона. Пробное включение проводят, контролируя ток, потребляемый усилителями. Для этого в разрыв провода, питающего усилитель, включают миллиамперметр. В момент включения напряжения происходит бросок тока, который объясняется зарядом конденсаторов. В установившемся режиме без нагрузки и сигнала потребление не должно быть больше 100 мА.

Токи выходных каскадов усилителя мощности проверяют без нагрузки путем измерения падения напряжения на резисторах, включенных в эмиттерные цепи мощных транзисторов. Токи не должны превышать 30 мА. Затем к магнитофону подключают громкоговорители и нажимают кнопку *Ход*. При установке регуляторов в положение максимальной громкости в громкоговорителях должен прослушиваться ровный шум. Напряжение шумов на линейном выходе не должно превышать 1,5 мВ. Если прослушиваются фон переменного тока и посторонние звуки, следует найти более выгодное положение жгутов и точек заземления монтажа. Оплетка экранированных проводов заземляется только с одного конца и помещается в полихлорвиниловую трубку. Цепи сильных и слабых сигналов должны быть разделены. Наводки переменного тока сильно зависят от положения экранирующей шторки перед головкой воспроизведения. Необходимо изолировать корпус воспроизводящей головки от шасси.

Применение в магнитофоне широкополосных кремниевых транзисторов создает некоторые неудобства при монтаже и регулировке аппарата. Дело в том, что полоса пропускания усилителя маг-

нитофона выходит за пределы 100 кГц. В этом диапазоне начинает сказываться паразитная емкость и индуктивность соединительных проводов, в результате чего может возникнуть возбуждение усилителя в ультразвуковом диапазоне. Наличие возбуждения можно обнаружить, если сравнивать токи потребления без нагрузки и с нагрузкой при отсутствии сигнала. При возбуждении усилителя подключение нагрузки вызывает резкое возрастание тока.

Далее проверяют прохождение сигнала в режиме воспроизведения. Для этого воспроизводят готовую фонограмму и прослушивают сигнал в громкоговорителях. Проверяют функционирование регуляторов громкости и тембра, индикаторов уровня воспроизведения.

Прохождение сигнала при записи проверяют в стереофоническом режиме. Перед включением магнитофона в режим *Запись* параллельно эмиттерному резистору генератора подключают вольтметр для контроля тока, протекающего через транзистор генератора. Ток не должен превышать 50 мА.

Сначала включают магнитофон на запись и нажимают на кнопку *Кратковременный стоп.* Испытывают магнитофон от микрофона и звукового генератора. При этом сигнал должен воспроизводиться громкоговорителями. Регуляторы громкости нужно установить в положение минимальной громкости, так как режекторные фильтры магнитофона еще не настроены и в нагрузку усилителя мощности проходит большой сигнал высокочастотного подмагничивания, который может вывести из строя выходные транзисторы. Проверяют функционирование регуляторов громкости, регуляторов уровня записи и индикаторов. Сигнал должен проходить со всех четырех входов по обоим каналам.

Включают движение ленты. Проверяют прохождение сигнала в каждом канале отдельно. При этом следят за тем, чтобы каналы были включены правильно. Переключают магнитофон на запись по левому каналу. При помощи лампового вольтметра измеряют напряжение высокой частоты на стирающей и подмагничивающей головках.

В «холодный» конец подмагничивающей головки нижнего канала включают резистор 1 Ом. Соединяют «горячие» концы стирающей и подмагничивающей головок. Измеряя напряжение на сопротивлении в режиме *Запись по левому каналу,* определяют ток. Если ток превышает 1 мА, значит, одна головка из четырех включена противофазно. Головки необходимо сфазировать. Если хотя бы одна из шести головок, участвующих в записи, включена противофазно остальным, совместить оптимальные режимы записи очень трудно. В этом случае величины полей подмагничивания в каналах будут изменяться с противоположным знаком.

По окончании проверки головок на синфазность измеряют напряжение высокой частоты на головках стирания и подмагничивания при записи по правому каналу. Затем проверяют функционирование органов управления лентопротяжного механизма и элементов автоматики.

РЕГУЛИРОВКА МАГНИТОФОНА

Для регулировки магнитофона применяют следующие приборы: ламповый милливольтметр ВЗ-13, звуковой генератор ГЗ-33, осциллограф СИ-1, частотомер ЧЗ-7, селективный микровольтметр В6-2,

детонометр, фильтр нижних частот, настроенный на частоту 400 Гц, секундомер, динамометр с пределами измерения (0—500) 10^{-2} Н, ампервольтметр ТЛ-4, рабочая лента для регулировки канала записи — воспроизведения, измерительные ленты для проверки канала воспроизведения и лентопротяжного механизма по ГОСТ 8304—69.

При отсутствии измерительных лент их можно заменить записью рабочих частот на магнитофоне высокого класса.

Необходимо иметь спирт и суспензию для проявления фонограммы. Суспензию можно изготовить самостоятельно, растворив в спирте или бензине «Калоша» порошок карбонильного железа из расчета 1 г на 100 $см^3$. Регулировку магнитофона следует начинать с лентопротяжного механизма.

Регулировка лентопротяжного механизма. Перед началом регулировки промывают спиртом трущиеся поверхности фрикционных передач.

В первую очередь регулируют высоту подкатушечников (см. раздел «Конструкция магнитофона»).

Качество регулировки узлов можно оценить, если перемотать часть ленты с одной катушки на другую, затем поменять катушки местами и домотать остаток ленты на ту же катушку. Высота ступеньки не должна превышать 0,5 мм.

Разгрузочные муфты должны проскальзывать при натяжении ленты не более $400 \cdot 10^{-2}$ Н. Нижний предел проскальзывания ограничивается образованием петли при резком торможении за счет инерции подающей катушки. Методы регулировки усилия проскальзывания муфт изложены в разделе «Лентопротяжный механизм».

Затем снимают ленту, включают механизм на обратную перемотку и, удерживая рукой шкив перемотки левого узла, регулируют зацепление роликов таким образом, чтобы при заторможенном шкиве останавливался двигатель. Регулировка производится подгибкой рычага *13* (см. рис. 49). В режиме *Стоп* между роликами, насадкой двигателя и шкивом перемотки должен обеспечиваться зазор 1—2 мм. Привод прямой перемотки регулируется аналогичным способом — подгибкой второго плеча того же рычага *13*.

Тормоза регулируются винтами *15* и *16* таким образом, чтобы отключение их производилось только при движущейся ленте.

Положение паразитного ролика подмотки регулируют подгибкой конца планки *8*. При нажатии кнопки *Ход* паразитный ролик должен входить в зацепление с насадкой двигателя и шкивом подмотки правого узла.

Далее при помощи динамометра проверяют натяжение ленты при полной и пустой катушке в режимах рабочего хода и перемотки.

Проверка времени перемотки производится секундомером с момента нажатия кнопки *Перемотка* до окончания перемотки ленты. Для испытаний применяется отрезок ленты толщиной 55 мкм и длиной 360 м.

Измерение скорости рабочего хода производят также секундомером. Для испытаний применяют мерный отрезок ленты, длина которого в сантиметрах равна $100 \times V \pm 0,5$, где V — номинальная скорость движения ленты, см/с. Длину отрезка ленты определяют любым способом, обеспечивающим необходимую точность. Концы отрезка отмечают цветными метками, которые наносят на нерабочую поверхность ленты. Мерный отрезок вклеивают в полный ролик ленты за несколько метров от конца. Измерение скорости производят дважды — в начале и в конце рулона. Для этого катушки ме-

няют местами, причем измерения в начале рулона производят при напряжении питания магнитофона 242 В, а в конце рулона — при напряжении 198 В. Напряжение регулируют автотрансформатором. Мерный отрезок должен пройти за 100 с. Отклонение скорости вычисляется по формуле $\Delta V = (100 - T_{изм}) \cdot 100\%$, где ΔV — отклонение скорости от номинала, выраженное в процентах, $T_{изм}$ — время прохождения мерного отрезка. Оно определяется как среднее арифметическое пяти замеров, проведенных последовательно.

Если скорость завышена, дорабатывают насадку двигателя, если занижена — протачивают маховик. Не подлежит сомнению, что удобнее доработать насадку. Поэтому ее диаметр нужно на несколько процентов завысить при изготовлении Рассчитать размеры скоростной насадки очень трудно. Проскальзывание в передаче зависит от диаметров ведущей и ведомой деталей, параметров паразитного ролика, угла заклинивания его, жесткости резины и т. п. Обычно учесть все эти факторы трудно Поэтому размеры скоростной насадки определяют эмпирически. Ее диаметр в магнитофоне «Селигер-2» для скорости 19 равен 28,06 мм, для скорости 9—13,93 мм, для скорости 4—6,85 мм. Измерения производятся для каждой скорости отдельно. Только после того, как лентопротяжный механизм полностью приведен в соответствие заданным требованиям, можно приступать к самой ответственной операции — юстировке фильмового канала.

Юстировка фильмового канала. От правильности регулировки фильмового канала сильно зависят электроакустические параметры магнитофона. К ним относятся: частотная характеристика, переходное затухание между каналами, коэффициент гармоник, коэффициент стирания, паразитная амплитудная модуляция, отношение сигнал/шум и стабильность скорости движения ленты. Юстировка фильмового канала состоит из нескольких операций.

Одна из них это — регулировка прижимного ролика, которую производят в следующем порядке.

Ослабить винты, соединяющие рычаги *17* и *18* (см. рис. 43). В режиме *Кратковременный стоп* подвести ролик к ведущему валу на расстояние 3 мм и закрепить винты. Включить режим *Ход*. Винтом *27* отрегулировать пружину *26* так, чтобы давление прижимного ролика на ведущий вал находилось в пределах $(400-500)10^{-2}$ Н. Установить электромагнит рабочего хода в положение, чтобы обеспечить зазор 0,5 мм между скобами *21* и *24*. Зарядить ленту, снова включить режим *Ход* и винтом *25* выставить прижимной ролик по высоте симметрично относительно ленты. Лентоприжим *10* тоже должен быть установлен симметрично ленте. Натяжение лентоприжима должно равняться $100 \cdot 10^{-2}$ Н. Установку лентоприжима делают после окончания регулировки головок.

Положение стирающей головки по высоте регулируется визуально с помощью прокладок при движущейся ленте. Верхний край сердечника головки должен выступать над лентой примерно на 0,1 мм. Удаление рабочей поверхности головки от ленты в режиме *Стоп* должно быть около 0,5 мм. Угол охвата головки лентой должен быть симметричен относительно зазора

Регулировка записывающей головки по высоте и углу наклона вперед — назад производится винтами *31* и *32* (см. рис. 43). При установке головки на основании *29* ее нужно выдвинуть вперед настолько, чтобы лента входила в направляющие колонки, но не касалась их рабочей поверхности. При этом ширина зоны контакта

головки с лентой должна быть примерно 2—3 мм. Рабочий зазор должен находиться в середине этой зоны. Для проверки этого параметра на рабочую поверхность головки наносят мел или чернила. После прохождения ленты на головке остается пятно контакта, по размерам и положению которого можно оценить правильность ее установки. Положение головки по высоте контролируется проявлением фонограммы в суспензии карбонильного железа, о которой говорилось ранее. С этой целью на ленту записывают сигнал частотой 1000 Гц с насыщением. Запись производят по всем четырем дорожкам (в обе стороны). Затем записанный отрезок ленты складывают рабочим слоем наружу, опускают в проявитель и взбалтывают. Порошок оседает на намагниченных участках, поэтому после высыхания ленты фонограмма становится видимой. При правильной установке головки расстояния между дорожками должны быть одинаковыми.

Предварительная установка угла наклона рабочего зазора относительно ленты производится по измерительной ленте, для чего головку подключают ко входу усилителя воспроизведения. Правильность установки головки оценивают по максимуму выходного напряжения усилителя на частоте 10 кГц (при скорости 9). Окончательная установка головки производится при работе магнитофона в режиме *Сквозной канал* по максимуму напряжения линейного выхода на верхней частоте рабочего диапазона. После этой операции необходимо еще раз записать и проявить фонограмму. Бывают случаи, когда установку головок и проверку приходится повторить несколько раз.

Необходимо следить, чтобы рабочая поверхность головки была перпендикулярна плоскости основания блока головок, так как это влияет на устойчивость движения ленты и равномерный износ головки.

Регулировка воспроизводящей головки по высоте и углу наклона вперед осуществляется аналогично записывающей. Расстояние между лентой и головкой в режиме *Стоп* должно быть 0,1—0,3 мм. Запись производят, подавая на обмотку головки напряжение 3 В частотой 1000 Гц через резистор 10 кОм. Перпендикулярность рабочего зазора регулируют при воспроизведении измерительной ленты на частоте 10 кГц при скорости 9 по максимуму отдачи. Точную юстировку производят по минимальному сдвигу фаз между напряжениями на выходе стереоканалов в рабочем диапазоне частот. Для этого воспроизводят измерительную ленту, часть «Ч», начиная с 1000 Гц и выше, и наблюдают за сдвигом фаз на экране осциллографа. На вертикальный вход осциллографа подают сигнал с выхода левого канала, на горизонтальный — с правого. В идеальном случае на экране получится наклонная прямая. Однако даже при оптимальном положении головки с повышением частоты появляется фазовый сдвиг, обусловленный нестабильностью движения ленты в фильмовом канале. В этом случае прямая развернется в эллипс, ширина которого пропорциональна фазовому сдвигу. Если напряжения в стереоканалах равны, то при сдвиге в 90° образуется круг. При сдвиге больше 90° эллипс наклоняется в противоположную сторону. По устойчивости изображения на экране можно судить о стабильности движения ленты в фильмовом канале. Фазовый сдвиг между каналами должен быть минимальным.

Кто знаком со стереофонией, тот знает, что при противофазном включении громкоговорителей невозможно получить слитной карти-

ны звукового поля, т. е. невозможно будет определить расположение тех инструментов или источников звука, которые находятся в верхнем интервале частот. Поэтому создается впечатление плохой локализации источников звука, «размытого звукового изображения».

Определение направления по сдвигу фазы синусоидальных сигналов между ушами дает наилучшие результаты на частотах от 300 до 12 000 Гц (по литературным данным). В этом диапазоне возможно обнаружение разницы направления звука примерно в 3°. Именно в этом диапазоне частот сдвиг фаз должен быть минимальным.

Есть еще одно обстоятельство, которое делает фазовые сдвиги крайне нежелательными. Это искажения, возникающие при сложении сигналов стереоканалов в случае перезаписи со стереофонического магнитофона на монофонический. Сигналы, приходящие в противофазе, вычитаются. Это приводит к ограничению частотного диапазона суммарного сигнала, причем верхняя граничная частота тем ниже, чем больше сдвиг фаз между каналами. Этот дефект очень хорошо заметен на слух. Нетрудно убедиться в том, что фазовый сдвиг канала записи — воспроизведения пропорционален частоте или, что то же самое, обратно пропорционален длине волны записанного сигнала. Поэтому оценить величину фазовых искажений удобнее всего на верхних частотах диапазона.

Необходимо размагничивать головки дросселем после каждой перепайки, так как паяльник может иметь электростатический заряд. В качестве дросселя можно использовать силовой трансформатор мощностью 30—70 В·А со снятыми перемычками сердечника. На дроссель подают в течение нескольких секунд номинальное напряжение используемой обмотки. При включении и выключении дроссель должен находиться на расстоянии не менее 1 м от размагничиваемого объекта. Включенный дроссель подносят к головкам на расстояние 1—2 см и делают несколько плавных круговых движений, затем медленно отводят в сторону, после чего выключают.

По окончании регулировки воспроизводящей головки шлицы регулировочных винтов закрашивают маркировочной краской. Шторку *11* регулируют подгибкой несущей пружины по минимуму фона на линейном выходе в режиме *Кратковременный стоп.*

После этого магнитофон включают в режим *Запись-стерео,* подают на вход сигнал частотой 10 кГц, напряжением в 10 раз меньше номинального и производят окончательную юстировку записывающей головки по минимальному сдвигу фаз в «сквозном канале».

Такая последовательность юстировки фильмового канала выбрана из следующих соображений. Условия облегания головок лентой зависят от толщины и эластичности ленты. Поэтому для различных типов лент траектории их в фильмовом канале несколько отличаются друг от друга. Отличается и положение магнитного штриха ленты относительно рабочих зазоров головок, причем чем дальше отстоит головка от ведущего вала, тем больше это отличие. Величина сдвига магнитного штриха очень незначительна, однако она достаточна для появления ощутимого фазового сдвига на высоких частотах. Величина сдвига штриха тем больше, чем ниже скорость движения ленты. Так как тип ленты, на которой записан тест, обычно отличается от рабочей ленты, то при установке головок записи и воспроизведения по одной измерительной ленте в сквозном канале неизбежно возникает фазовый сдвиг. По измерительной

ленте обычно юстируют воспроизводящую головку Она находится в непосредственной близости от ведущего вала и меньше реагирует на перемену типа ленты. Затем на магнитофон устанавливают рабочую ленту и подстраивают записывающую головку по воспроизводящей. Подмагничивающую головку устанавливают без ленты. Регулировку по высоте производят так же, как регулируют стирающую головку, ориентируясь по сердечнику записывающей.

Расстояние между головками должно быть равным примерно 0,5 мм. Необходимо соблюдать параллельность рабочих поверхностей и зазоров записывающей и подмагничивающей головок. Юстировка головки подмагничивания производится на рабочей ленте в режиме записи.

В фильмовый канал заправляют конец раккорда и регулируют чувствительность автостопа подбором напряжения питания фотосопротивления. Автостоп должен работать при установке раккорда

На этом регулировку лентопротяжного механизма и фильмового канала можно считать законченной.

ОКОНЧАТЕЛЬНАЯ РЕГУЛИРОВКА МАГНИТОФОНА

Регулировка усилителя воспроизведения. На магнитофоне воспроизводят измерительную ленту, часть «У» (установочная). Подбором резистора R_8 и аналогичного ему во втором канале (см. рис. 6) регулируют выходное напряжение и балансируют каналы. Напряжение на линейном выходе должно быть равно примерно 0,3 В Разбаланс между каналами не должен превышать 1 дБ.

Воспроизводят измерительную ленту ЛИБ4-4Ч. Сердечником катушки L_1 (см. рис. 14) настраивают контур коррекции на частоту 10 кГц. Величину резистора R_5 выбирают такой, чтобы напряжение на частоте 10 кГц было больше, чем напряжение на частоте 1 кГц, примерно на 1—3 дБ.

Режекторный контур L_1 (см. рис. 6) усилителя воспроизведения настраивается по минимуму напряжения высокочастотного подмагничивания на линейном выходе только после настройки генератора. Частотную характеристику в области нижних частот регулируют подбором резистора R_3 на плате переключателя коррекции (см. рис. 14).

Регулировка генератора. Регулировку производят в режиме *Запись — стерео* без ленты. Регулятор уровня записи устанавливают в положение минимального усиления. При помощи частотомера или осциллографа измеряют частоту генерации. Затем настраивают заградительные фильтры L_3 и L_4 по минимуму напряжения в точках *2* и *3* платы генератора (см. рис. 21). Напряжение не должно превышать 150 мВ.

Генератор переключают в режиме *Запись — моно*. Индуктивность катушек L_1 и L_2 настраивают по минимуму напряжения в точках *2* и *3*. В «холодный» конец подмагничивающей головки, в каждом канале, включают резисторы 1 Ом Токи подмагничивания вычисляют по падению напряжения на этих резисторах, пользуясь законом Ома.

Измерения производят милливольтметром. При помощи резисторов R_1 и R_2, являющихся активными эквивалентами головок, регулируют токи подмагничивания в монофоническом режиме таким образом чтобы они не отличались от токов подмагничивания при стереофонической записи.

Регулировка усилителя записи. Магнитофон включают в режим *Запись — стерео.* Регуляторы уровня записи устанавливают в положение максимального усиления, переключатель входов — в положение *Звукосниматель.* На вход подают сигнал от звукового генератора. Регулировку частотой характеристики усилителя производят при входном сигнале напряжением 10 мВ. Подбором резистора R_{18} в усилителе (см. рис. 11) регулируют подъем частотной характеристики в области нижних звуковых частот. Подбором резистора R_{10} регулируют подъем характеристики на средних частотах. Частотную характеристику в области верхних частот рабочего диапазона регулируют настройкой контура коррекции L_2 и подбором резистора R_6 на плате переключателя коррекции. Балансировку каналов по усилению в небольших пределах осуществляют подбором коллекторной нагрузки второго каскада R_7 (см. рис. 11) в одном из каналов усилителя. Частотную характеристику измеряют по напряжению на резисторе 100 Ом, включенном в «холодный» конец записывающей головки. Колебания генератора подмагничивания при этом срывают, заземляя точку *6* платы *5* (рис. 4).

Регулировка магнитофона в «сквозном канале». Регулировку производят в следующем порядке. Воспроизвести ленту ЛИБ4-9-У. При помощи резистора R_5 темброблока (см. рис. 18) установить стрелку индикатора на границу секторов. Ту же операцию повторить для другого канала. Включить режим *Запись* на скорости 9. Отрегулировать режекторные фильтры в усилителе воспроизведения L_1. На вход *Звукосниматель* магнитофона подать сигнал 50 мВ, 400 Гц. Регуляторы уровня записи установить в положение максимального уровня. Произвести запись. Регуляторы тока подмагничивания на плате генератора (R_3 и R_4) установить в среднее положение. Найти оптимальное положение подмагничивающей головки, при котором напряжение сигнала на линейном выходе будет максимальным, хотя бы в одном из каналов. Регулятором тока подмагничивания второго канала подобрать оптимальный режим записи. Подать на вход магнитофона сигнал 150 мВ, 400 Гц. Записать и воспроизвести сигнал. Регуляторы уровня записи установить в положение, соответствующее номинальному уровню записи по индикаторам магнитофона. Нажать кнопку *Кратковременный стоп.* Резистором R_1 и аналогичным ему во втором канале установить стрелки индикаторов на границу секторов.

Регуляторы уровня записи установить в положение максимального уровня. Регулятором напряжения звукового генератора вывести стрелки индикаторов на границу секторов. Если чувствительность стереоканалов различна, что можно наблюдать по индикаторам, сбалансировать усилители записи подбором коллекторной нагрузки второго каскада в одном из каналов. Балансировку лучше производить, подавая сигнал на микрофонный вход через резистивный делитель 1/1000, так как аттенюатор сам может вносить погрешность. Сбалансировав усилитель, желательно проверить и аттенюатор. Если при подаче сигнала на вход звукоснимателя балансировка не нарушается, значит, аттенюатор работает хорошо.

После этого приступают к проверке частотной характеристики. На вход *Звукосниматель* магнитофона подают напряжение 150 мВ 1000 Гц. Регуляторами уровня устанавливают ток записи, соответствующий максимальному намагничиванию ленты. Уменьшают входное напряжение на 20 дБ. Производят запись — воспроизведение ряда частот от 40 Гц до 18 кГц. Частотная характеристика на линейном выходе должна укладываться в допуск 5 дБ. Если высоких частот

не достаточно, то следует уменьшить шунтирование катушек L_4 и L_2 на плате переключателя коррекции. Если и это не помогает, следует попытаться найти более выгодное положение подмагничивающей головки, но не в ущерб отдаче ленты на средних частотах. Большой спад на высоких частотах может объясняться рядом факторов. На этот параметр влияет качество ленты и головок и, прежде всего, воспроизводящей головки. Не нужно думать, что если применен «кроссфилд», то все вопросы решаются сами собой. Наиболее ценным свой-

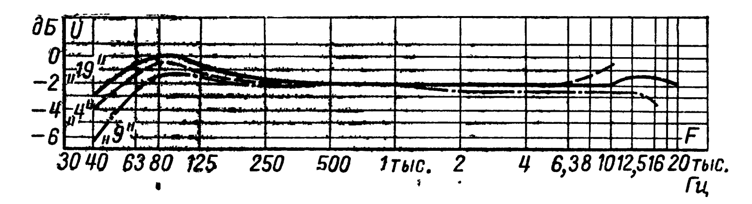


Рис. 52. Частотная характеристика канала воспроизведения.

ством этого способа записи можно считать меньшую чувствительность к перемене типа ленты, чем без «кроссфилда». Этот способ позволяет улучшить качество записи при применении толстых лент и при низких скоростях. Однако если применяют для записи толстую ленту, то все равно это должна быть лента хорошего качества. Существенно влияют на передачу высоких частот угол поворота головок вокруг линии рабочего зазора, качество лентоприжима и, конечно, параллельность рабочих зазоров.

Если частотную характеристику никак не удается «дотянуть» до 18 кГц, можно ограничиться и более низкой частотой.

Известно, что частотная характеристика в области высоких частот рабочего диапазона очень сильно зависит от тока подмагничивания. Однако оптимальный режим подмагничивания выбирается на частоте 400 Гц по максимальной отдаче ленты и минимальным нелинейным искажением. При уменьшении тока подмагничивания резко возрастают искажения. Кроме того, в силу ухудшения промагничивания ленты возрастают паразитная амплитудная модуляция и модуляционные шумы ленты. К тому же магнитофон становится очень чувствительным к типу ленты.

Если имеется подъем высоких частот над уровнем 1000 Гц, то можно увеличивать ток подмагничивания до тех пор, пока «сквозная» частотная характеристика не выравняется. От этого остальные параметры только выигрывают. На изменение токов подмагничивания больше всего реагируют высокие частоты. Средние частоты удобнее регулировать цепями коррекции усилителя.

Характеристики магнитофона «Селигер-2» снимались на ленте PS-25 ORWO (ГДР).

На рис. 52 показаны частотные характеристики канала воспроизведения магнитофона, на рис. 53 — частотные характеристики канала записи — воспроизведения.

По сравнению с PS-25 лента PE-41 и аналогичные ей позволяют увеличить остаточный магнитный поток на 3 дБ при нелинейных искажениях не более 3% (в корректированном тракте).

Далее проверяют параметры канала записи — воспроизведения на скорости 19 и 4. Частотную характеристику в области средних и высших частот можно скорректировать, изменяя величины конденсаторов C_6 и C_7 на плате переключателя коррекции (см. рис. 14) и аналогичных конденсаторов во втором канале.

Вообще сопряжение частотных характеристик каналов записи — воспроизведения на нескольких скоростях является довольно сложной операцией. Цепи коррекции усилителей рассчитываются под

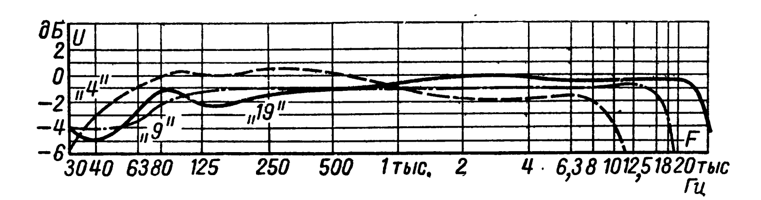


Рис. 53. Частотная характеристика канала записи — воспроизведения.

определенный тип головок и применяемой ленты. Поэтому элементы коррекции в конкретных случаях могут отличаться друг от друга.

После того как генератор, усилители записи и воспроизведения магнитофона и индикаторы отрегулированы, производят балансировку каналов по усилению в темброблоке и усилителе мощности. Темброблок балансируют подбором резистора R_{16} в эмиттере транзистора T_3 (см. рис. 18). Усилитель мощности балансируют, подбирая резистор R_5 в эмиттере транзистора T_1 (см. рис. 26).

Регулировку времени задержки электромагнита $ЭМ_1$ проводят подбором резистора R_8 на плате силового блока (см. рис. 30). Чувствительность схемы автостопа регулируют подбором резистора R_9 (см. рис. 4). Для повышения надежности магнитофона в тех случаях, где можно обойтись без подстроечных сопротивлений, введен подбор элементов при настройке.

ИСПЫТАНИЯ МАГНИТОФОНА

По окончании регулировки магнитофон устанавливают в корпус и подвергают испытаниям.

Для испытаний применяют приборы, перечень которых приведен в начале раздела «Регулировка магнитофона».

Обычно при промышленном изготовлении испытания магнитофонов разделяются на приемо-сдаточные, периодические и типовые. Так как возможности радиолюбителей ограничены, здесь будут рассматриваться в основном приемо-сдаточные испытания, которые позволяют оценить правильность регулировки.

В виду того что «Селигер-2» имеет широкие возможности, методы его испытаний несколько отличаются от методов, предусмот-

ренных ГОСТ 17162-71. Кроме того, автор делает попытку предложить ряд методов, доступных в радиолюбительской практике.

Подготовка аппарата к испытаниям. Перед началом испытаний протирают спиртом детали фильмового канала и головки, затем размагничивают все металлические детали, соприкасающиеся с лентой, и включают магнитофон на 15-минутный прогон. Прогон осуществляется в режиме *Воспроизведение* без ленты.

Проведение испытаний. 1. Проверку отклонения скорости ленты от номинального значения производят на всех скоростях по методике, изложенной в разделе «Регулировка магнитофона».

2. Проверка перпендикулярности рабочих зазоров головок направлению движения ленты производится по методике, изложенной в разделе «Регулировка магнитофона».

При отсутствии измерительной ленты можно проверить этот параметр на слух по магнитофильму, изготовленному в студии.

При правильной установке головки уровень высоких частот на выходе магнитофона будет максимальным. Довольно точно можно настроить головку, если сложить напряжения линейных выходов обоих каналов и воспроизвести полученный сигнал через громкоговоритель при помощи дополнительного усилителя.

3. Проверка коэффициента детонации. Испытания проводят для всех скоростей движения ленты. Воспроизводят измерительную ленту в начале полной катушки при верхнем пределе напряжения питания (242 В), затем в конце полной катушки ленты при нижнем питающем напряжении (198 В).

Измерения производят детонометром на эквиваленте громкоговорителя. Напряжение питания регулируют при помощи автотрансформатора.

При известной тренировке можно оценить коэффициент детонации на слух. Порог слышимости суммарного коэффициента составляет 0,15%, для отдельной составляющей — 0,1%.

4. Проверку длительности перемотки осуществляют секундомером при нижнем пределе напряжения питания. Длина ленты в катушке должна быть равна 360 м при толщине 55 мкм. Проверку производят в обоих направлениях движения ленты.

5. Проверку размеров и расположения дорожек записи и стирания на ленте проводят по методике, изложенной в разделе «Регулировка магнитофона». Дорожки должны иметь ровные и четкие края. Совпадение краев дорожек с краями ленты проверяют визуально. Ширину дорожек записи измеряют инструментальным микроскопом. При проверке ширины дорожек сигнал записывают при отключенной стирающей головке.

При проверке размеров и расположения дорожек стирания на вспомогательном магнитофоне производят запись сигнала с частотой 1000 Гц максимальным уровнем по всей ширине ленты. Затем эту запись стирают на испытуемом магнитофоне поочередно по всем дорожкам, проявляют ленту и определяют размеры и расположение дорожек стирания и нестертых полос.

При отсутствии эталонного магнитофона ленту можно намагнитить постоянным магнитом или электромагнитом. Измерение ширины дорожек стирания обычно производят инструментальным микроскопом. Ширину дорожек записи и стирания в радиолюбительской практике измерять не обязательно. Она определяется качеством головок. Достаточно правильно выставить головки по высоте, как это изложено в разделе «Регулировка магнитофона».

6. Проверку полного электрического сопротивления входов и выходов магнитофона производят на частоте 400 Гц методом замещения. Для этого сигнал от звукового генератора подают на вход (или выход) магнитофона через резистор, сопротивление которого примерно в 20 раз больше измеряемого. Параллельно этому входу (выходу) подключают ламповый вольтметр и измеряют напряжение. Затем вместо магнитофона включают переменный резистор. Подбором величины резистора добиваются равенства напряжений при обоих измерениях. Теперь сопротивления эквивалентны. Измерения производят для каждого входа и линейного выхода магнитофона.

7. Проверку выходной электрической мощности производят по установочной измерительной ленте (400 Гц, 256 нВб/м). К выходу магнитофона подключают эквивалент громкоговорителя, равный 4 Ом. Регулятором громкости устанавливают на эквиваленте максимальное напряжение, при котором еще не возникает ограничение синусоиды (на экране осциллографа). Напряжение не должно быть меньше 5,8 В, что соответствует мощности 8 В·А. Максимальную неискаженную мощность вычисляют по формуле

$$P = U_{\text{вых}}^2 / R_{\text{н}}.$$

Положение регулятора громкости, соответствующее выходному напряжению 5,8 В, и регуляторов тембра, соответствующее линейной частотной характеристике, будем называть номинальным.

8. Выходное напряжение линейного выхода $U_{\text{лин}}$ проверяют при воспроизведении установочной измерительной ленты. Для этого линейный выход нагружают на резистор сопротивлением 10± ±1 кОм. Напряжение на линейном выходе должно находиться в пределах 250—400 мВ.

9. Частотную характеристику канала воспроизведения проверяют по измерительной ленте при всех скоростях на линейном выходе магнитофона и на эквиваленте громкоговорителя 4 Ом. Частотная характеристика измеряется как зависимость $U_{\text{лин}}$ от частоты сигнала при воспроизведении измерительной ленты. Измерения производят с включенным кабелем, предназначенным для внешних соединений этого выхода. Если для регулировки применялись разные рабочие ленты, то допускается подстройка положения рабочего зазора магнитной головки. Однако лучше обойтись без подстройки, применяя для регулировки и испытаний одну и ту же ленту. Если измерительная лента отсутствует, то измерения производятся только в канале запись — воспроизведение.

10. Проверку паразитного влияния регуляторов тембра на частотную характеристику канала воспроизведения на линейном выходе проводят аналогично п. 9 при обоих крайних положениях регуляторов тембра. Данные характеристики сравнивают с характеристиками, полученными по п. 9 (совмещая на частоте 400 Гц).

Ввиду того что в магнитофоне «Селигер-2» приняты специальные меры для устранения влияния регуляторов громкости и тембра на параметры линейного выхода, эти испытания излишни.

11. Проверку относительного уровня помех в канале воспроизведения производят в режиме воспроизведения без ленты (на холостом ходу). За результаты измерений принимают отношения напряжений $U_{\text{х.х.лин}}/U_{\text{лин}}$ (п. 8) и $U_{\text{х.х.гр}}/U_{\text{гр}}$ (п. 7), выраженные

в децибелах. Испытания проводят при всех скоростях ленты в каждом канале отдельно. Регуляторы громкости и тембра должны быть установлены в номинальное положение. Испытания проводят при двух положениях сетевой вилки. За окончательный результат принимают худшее значение измерений.

12. Проверку эффективного значения остаточного магнитного потока производят при воспроизведении установочной измерительной ленты (400 Гц 256 нВб/м). Стрелки индикаторов магнитофона должны установиться на границу секторов (номинальное показание). Если это требование не выполняется, то на один из входов подают сигнал 400 Гц с номинальным напряжением для данного входа, записывают его с максимальным уровнем (по индикаторам магнитофона), и измеряют напряжение линейного выхода в режиме записи — воспроизведения. Полученное напряжение сравнивают с $U_{лин}$. Разница не должна превышать 2 дБ.

13. Проверку отклонения тока записи от требуемой частотной зависимости в магнитофоне «Селигер-2» не производят. В этом нет необходимости в связи с тем, что индикаторы уровня записи включены параллельно линейному выходу и имеют линейную частотную характеристику.

14. Проверку входного напряжения производят для всех входов магнитофона. Магнитофон включают на запись (при движущейся ленте) и проверяют возможность установки номинального показания индикаторов уровня записи при подаче на микрофонный вход магнитофона номинального напряжения. На остальные входы подают минимальное и максимальное для данного входа напряжения частотой 400 Гц.

15. Проверку частотой характеристики канала записи — воспроизведения производят для всех скоростей ленты со входа *Звукосниматель* магнитофона.

На вход магнитофона подают напряжение 500 мВ частотой 400 Гц и устанавливают номинальный уровень записи по индикаторам (при движущейся ленте). Затем сигнал уменьшают на 20 дБ. Записывают ряд частот (в пределах рабочего диапазона) при неизменном значении входного сигнала. Измерения производят на линейном выходе. Частотная характеристика определяется как зависимость выходного напряжения от частоты, выраженная в децибелах относительно уровня на 1000 Гц.

16. Проверку относительного уровня помех в канале записи — воспроизведения производят с микрофонного входа. На вход подают сигнал частотой 400 Гц и напряжением 200 мкВ. Включают магнитофон на запись и регуляторами уровня записи устанавливают на индикаторах номинальное показание. Записывают фонограмму, затем отключают входной шнур, а вместо него включают резистор, сопротивление которого равно модулю полного электрического сопротивления микрофона. Для микрофона типа МД-57 оно равно 250 Ом.

Производят запись паузы (не меняя положения регуляторов). После окончания записи ленту перематывают до начала записанного участка и воспроизводят полученную фонограмму. Измерение проводят на всех выходах магнитофона. Регуляторы громкости и тембра устанавливают в номинальное положение. Отношение напряжений $U_{лин}/U_{паузы}$, выраженное в децибелах, характеризует уровень помех в канале записи — воспроизведения. Магнитофон проверяют дважды, при двух положениях сетевой вилки. За окон-

чательный результат принимают худшее значение относительного уровня помех.

17. Проверку коэффициента нелинейных искажений в канале записи — воспроизведения производят на всех скоростях. На вход *Звукосниматель* подают сигнал частотой 400 Гц, напряжением 0,5 В. Производят запись с номинальным уровнем. Затем ленту перематывают до начала записанного отрезка и воспроизводят фонограмму. Измерения проводят на линейном выходе и на эквиваленте громкоговорителя при помощи фильтра нижних частот, настроенного на частоту 400 Гц. Затухание фильтра должно быть не ниже 50 дБ на октаву. Регуляторы громкости и тембра следует установить в номинальное положение. Производить измерения в «сквозном канале» нежелательно, так как в этом случае мешает наводка высокой частоты, величина которой в «Селигере-2» на линейном выходе не должна превышать 5 мВ.

В связи с тем что усилитель записи магнитофона имеет только один вход, к которому подключен резистивный делитель входных сигналов, измерять искажения по всем входам магнитофона не имеет смысла. Нелинейные искажения можно оценить на экране осциллографа. Визуально хорошо обнаруживаются искажения, составляющие более 4%. При некоторой тренировке различают искажения примерно 1,5—2%.

18. Проверку относительного уровня стирания проводят на частоте 1000 Гц по каждому каналу в отдельности. Сигнал записывают при скорости 19 максимальным уровнем. Затем перематывают ленту до середины записанного участка и производят стирание перемотанной половины. При этом регулятор уровня записи должен быть установлен в положение минимального уровня, а входной шнур отключен от магнитофона. Ленту перематывают до начала записанного участка, магнитофон переключают на воспроизведение и измеряют напряжение на линейном выходе магнитофона при воспроизведении стертой $U_{ст}$ и нестертой $U_{нст}$ частей ленты.

Напряжение измеряют селективным микровольтметром, настроенным на максимум показаний при записанной частоте. Отношение $U_{ст}/U_{нст}$, выраженное в децибелах, характеризует относительный уровень стирания.

Так как на более низких скоростях количество циклов перемагничивания ленты при прохождении мимо стирающей головки увеличивается в 2—4 раза, относительный уровень стирания на этих скоростях улучшается. Поэтому измерения производят только на скорости 19.

Уровень стирания можно оценить на слух. Если при самом тщательном прослушивании фонограммы не удается выделить из общего шума канала записи — воспроизведения частоту 1000 Гц, то относительный уровень стирания магнитофона равен 65—70 дБ. Если же стертый сигнал можно уловить при воспроизведении ленты, то уровень стирания колеблется в пределах 55—60 дБ.

При определении этого параметра поможет и осциллограф, чувствительность которого должна быть достаточна для наблюдения формы напряжения шумов магнитофона. Если на осциллограмме отсутствует составляющая стертого сигнала, то уровень стирания превышает 60 дБ.

10. Проверку относительного уровня проникания с соседней дорожки записи производят на всех скоростях движения ленты со входа *Звукосниматель*. На вход магнитофона подают сигнал час-

тотой 80 Гц, напряжением 0,5 В. Запись производят по нижней дорожке. Меняют местами катушки, перевернув их. Воспроизводят запись по обоим каналам. Измерения проводят на линейном выходе селективным микровольтметром, настроенным на частоту записанного сигнала. Отношение $U_{\text{соседн}}/U_{\text{раб}}$, выраженное в децибелах, характеризует относительный уровень проникания с соседней дорожки записи.

При отсутствии селективного микровольтметра уровень проникания можно оценить милливольтметром типа В3-13. В этом случае измеряемый сигнал будет складываться с напряжением шумов канала записи — воспроизведения. При отношении сигнал/шум, равном 50 дБ, ошибка показаний прибора составит 1 дБ. При отношении сигнал/шум 45 дБ ошибка составит примерно 2 дБ. Перед испытаниями лента должна быть тщательно размагничена.

20. Проверку времени интеграции индикатора уровня записи производят по обоим каналам при скорости 19.

На вход *Звукосниматель* магнитофона подают сигнал частотой 400 Гц, напряжением 500 мВ. Включают запись. Устанавливают индикаторы в номинальное положение (при движущейся ленте). Производят запись. Полученную фонограмму разрезают на отрезки 19, 28, 38, 47, 57 и 66 мм. Затем отрезки склеивают в указанной последовательности, вставляя между ними куски размагниченной ленты длиной 480 мм. Склейку нужно произвести с минимальным сдвигом краев отрезков по ширине ленты. Получившийся тест воспроизводят на магнитофоне.

Длительность звучания отрезков составит 100, 150, 200, 250, 300 и 350 мс соответственно. Время интеграции индикаторов определяется по отклонению стрелок до 80% от номинального значения.

21. Проверку времени обратного хода индикатора уровня записи производят со входа *Звукосниматель*. Магнитофон включают на запись, подают сигнал частотой 400 Гц, напряжением 500 мВ. Нажимают на кнопку *Кратковременный стоп* и устанавливают индикаторы в номинальное положение. Затем сигнал прерывают и, наблюдая за показаниями индикатора, определяют время, в течение которого указатель индикатора приходит в исходное состояние. Время определяют по секундомеру.

22. Проверку частоты тока подмагничивания производят измерителем частоты или звуковым генератором и электронным осциллографом (по фигурам Лиссажу). Сигнал измеряют либо непосредственно на обмотке стирающей головки магнитофона, либо на резисторе, включенном в «холодный» конец этой головки. Измерения производят в режимах монофонической и стереофонической записи без подачи сигнала на вход магнитофона.

23. Проверка диапазона регулировки уровня воспроизведения и записи сводится к следующему.

Для проверки диапазона регулировки уровня воспроизведения на вход магнитофона подают сигнал частотой 400 Гц и напряжением, равным максимальному напряжению данного входа, и устанавливают номинальное показание индикаторов уровня записи. Затем входной сигнал уменьшают на 10 дБ и производят его запись. Далее при воспроизведении записанной сигналограммы измеряют максимальное и минимальное напряжения, которые могут быть установлены регулятором громкости плавно, без скачков. Измерения производят на эквиваленте громкоговорителя.

Отношение $U_{изм.макс}/U_{изм\ мин}$, выраженное в децибелах, характеризует диапазон регулировки уровня воспроизведения магнитофона.

Ввиду того что в магнитофоне «Селигер-2» отношение сигнал/шум усилителя мощности равно 80 дБ, а регулятор громкости установлен на входе этого усилителя, проверку диапазона регулировки уровня воспроизведения можно производить милливольтметром В3-13. При этом ошибка измерений составит 1—2 дБ.

Для проверки диапазона регулировки уровня записи на вход *Звукосниматель* магнитофона подают сигнал частотой 400 Гц, напряжением 150 мВ и устанавливают номинальное показание индикаторов уровня записи. Затем входной сигнал уменьшают на 10 дБ и производят запись при положениях регулятора уровня записи, соответствующих последовательно максимальному и минимальному усилению. При воспроизведении записанной сигналограммы измеряют максимальное и минимальное напряжения. Измерения производят на линейном выходе селективным милливольтметром, настроенным на частоту записанного сигнала.

Отношение $U_{изм.макс}/U_{изм.мин}$, выраженное в децибелах, характеризует диапазон регулировки уровня записи магнитофона.

24. Проверку диапазона регулировки тембра производят до установки магнитофона в корпус в режиме *Стоп* при любом положении переключателя скорости.

На вход темброблока подают сигнал частотой 1000 Гц, напряжением, соответствующим номинальному (по индикаторам магнитофона). Регуляторы громкости и тембра должны быть установлены в номинальное положение. Затем регулятором громкости напряжение уменьшают на 20 дБ. Регуляторы тембра устанавливают в положение, соответствующее максимальному подъему высоких и низких частот. Частоту генератора изменяют до частоты 40 Гц, а затем до частоты 20 000 Гц при неизменном напряжении на входе темброблока. При этом измеряют выходное напряжение магнитофона на крайних частотах диапазона и вычисляют отношение его в децибелах к напряжению на частоте 1000 Гц. После этого повторяют измерения при положениях регуляторов тембра, соответствующих ослабленному воспроизведению высоких и низких звуковых частот.

25. Проверку работоспособности при пониженном напряжении питания производят при напряжении 198 В. При этом проверяют скорость движения ленты в конце полной катушки и длительность перемотки. Остальные параметры проверять не нужно, так как питание усилителей стабилизировано.

Проверку работоспособности при повышенном напряжении питания производят при напряжении 242 В в нормальных условиях. Магнитофон включают на непрерывную работу в течение 4 ч в следующем режиме: запись стереофонической программы одной стороны полной катушки ленты с маскимальным уровнем при одновременном воспроизведении фонограммы с номинальной выходной мощностью.

Испытание проводят с использованием катушек № 18, заполненных лентой типа PS-25 ORWO (720 м) на скорости 19.

После прогона проверяют соответствие магнитофона установленным параметрам и техническим требованиям.

26. Проверку акустического шума, электрических помех и интерференционных помех (свистов) производят на слух, сравнивая

шумы и помехи с выбранным образцом магнитофона высокого класса.

27. Проверку качества звучания производят на слух, сравнивая звучание оригинала и записанной фонограммы при воспроизведении через один и тот же усилитель и акустическую систему высокого качества.

Для перезаписи должен использоваться магнитофон группы 1 по ГОСТ 12107-66 со скоростью движения ленты 38,1 см/с или электропроигрыватель класса *Hi—Fi*.

28. Проверку индустриальных помех, акустические, механические и климатические испытания производят только в производственных условиях.

29. Проверку разбаланса уровня записи стереоканалов производят при помощи контрольного монофонического магнитофона с шириной дорожки записи, равной ширине ленты.

В одном из стереоканалов производят запись сигнала частотой 400 Гц максимальным уровнем (по индикатору магнитофона). Затем такую же запись производят по другому стереоканалу на другом участке ленты. Воспроизводят полученную фонограмму на контрольном магнитофоне и сравнивают напряжение на его выходе при воспроизведении первой и второй записей. Отношение величин напряжений для этих записей, выраженное в децибелах, характеризует разбаланс уровней записи стереоканалов.

30. Проверку рассогласования частотных характеристик стереоканалов производят сравнением частотных характеристик стереоканалов, измеренных по пп. 9 и 15 настоящей методики. При этом их совмещают на частоте 400 Гц. Разница между этими характеристиками, выраженная в децибелах, характеризует рассогласование частотных характеристик стереоканалов.

31. Проверку относительного уровня проникания из одного стереоканала в другой при записи — воспроизведении проводят на частотах 60, 1000 и 8000 Гц. На вход правого стереоканала подают напряжение, максимальное для данного входа, и устанавливают по индикатору максимальный уровень записи. Затем уменьшают входное напряжение на 20 дБ и производят запись. Подмагничивание должно быть включено в обоих каналах. После окончания записи ленту перематывают до начала записанного участка, магнитофон переключают на воспроизведение и измеряют напряжение на линейном выходе левого $U_{лев}$ и правого $U_{прав}$ каналов. Напряжение измеряют селективным вольтметром на частоте записанного сигнала. Отношение $U_{лев}/U_{прав}$, выраженное в децибелах, характеризует относительный уровень проникания из одного стереоканала в другой при записи — воспроизведении. Затем испытания повторяют, меняя каналы местами. За окончательный результат принимают худший. Проверка производится со входа *Микрофон*. Ко входу канала, на который сигнал не подается, должен быть подключен эквивалент микрофона — резистор с сопротивлением 250 Ом.

Регуляторы уровня записи и воспроизведения должны быть установлены в номинальное положение.

Так как частотные характеристики усилителей записи магнитофона «Селигер-2» практически не имеют подъема на указанных ранее частотах (при скорости 19), можно производить измерения с максимальным уровнем записанного сигнала при помощи милливольтметра В3-13. В этом случае ошибка показаний прибора не

превышает 1—2 дБ, если измеряемые параметры находятся на нижнем допустимом пределе.

При измерении по предложенной методике коэффициент переходного затухания для магнитофона «Селигер-2» без учета ошибки равен на частотах: 800 Гц — 37 дБ; 1000 Гц — 45 дБ; 60 Гц — 41 дБ.

Если внести поправку на шумы канала записи — воспроизведения, то показатели улучшаются. Измерения производились в «сквозном канале». Коэффициент переходного затухания между каналами не зависит от амплитуды испытательного сигнала до тех пор, пока не начнется ограничение последнего.

32. Проверку синфазности выходных электрических сигналов стереоканалов проводят при воспроизведении записи сигнала частотой 400 Гц, выполненной с уровнем 256 нВб/м на монофоническом магнитофоне с шириной дорожки записи, равной ширине ленты. Для этой цели можно использовать однодорожечную установочную измерительную ленту. Измеряют выходное напряжение стереоканалов. «Горячие» концы выходов стереоканалов присоединяют к симметричному входу электронного вольтметра. Если вольтметр показывает арифметическую разность напряжений стереоканалов, выходные сигналы синфазны, если сумму — противофазны. Испытания проводят на линейных выходах стереоканалов и на зажимах громкоговорителей.

При отсутствии вольтметра с симметричным входом можно определить синфазность сигналов линейного выхода обычным вольтметром типа В3-13. Для этого измеряют напряжение между соединенными параллельно «горячими» концами стереоканалов и корпусом магнитофона. Если суммарное напряжение значительно меньше, чем напряжение в одном из стереоканалов, значит сигналы противофазны. При правильной фазировке сигналов напряжение равно полусумме напряжений правого и левого каналов.

Фазировку сигналов на эквиваленте громкоговорителя можно проверить следующим образом. При воспроизведении эталонной записи, о которой говорилось ранее, устанавливают при помощи регуляторов громкости выходное напряжение, одинаковое в обоих каналах. Затем измеряют напряжение между «горячими» выходными концами при помощи авометра, включенного на измерения переменного напряжения. При правильной фазировке каналов прибор покажет разность напряжений в стереоканалах, при противофазном включении — сумму. Чтобы исключить влияние разности потенциалов между выходными концами, авометр следует включить через бумажный конденсатор емкостью 4 мкФ.

33. Проверку синфазности акустических сигналов громкоговорителей стереоканалов осуществляют определением фазировки подключения громкоговорителей стереоканалов. Проверку производят на слух. Для этого необходимо записать на монофоническом магнитофоне с шириной дорожки записи, равной ширине ленты, сигнал частотой 200 Гц и воспроизвести его сначала одним каналом, затем обоими каналами испытуемого магнитофона. Если при включении второго канала громкость воспроизводимого сигнала заметно увеличится, акустические системы обоих каналов включены синфазно. Если, наоборот, заметно уменьшится, то акустические системы включены в противофазе. При проверке акустические системы должны быть расположены рядом и направлены в одну сторону.

34. Проверку синфазности сигналов, записанных в стереоканалах, проводят на частоте 400 Гц. Входы обоих каналов включают параллельно и производят запись с максимальным уровнем сначала в левом канале (правый канал выключен), затем в правом канале (левый канал выключен), и, наконец, в обоих каналах. Полученные записи воспроизводят на контрольном монофоническом магнитофоне с шириной дорожки воспроизведения, равной ширине ленты. Измеряют напряжение на выходе магнитофона при последовательном воспроизведении первой, второй и третьей записей. Если при воспроизведении третьей записи измеренное напряжение представляет сумму напряжений при воспроизведении первой и второй записей, то записанные сигналы синфазны, если разность — противофазны.

При отсутствии контрольного магнитофона проверить синфазность канала записи можно при последующем воспроизведении записи, произведенной в обоих каналах, на частоте 400 Гц с максимальным уровнем. Проверку производят по методике, изложенной в п. 32, при условии, что канал воспроизведения уже проверен и соответствует техническим требованиям.

СПРАВОЧНЫЕ ДАННЫЕ

Функциональная схема

Резисторы: R_1, R_2 — СП3-10а гр. 2А, кривая В—22 кОм (сдвоенный); R_3, R_4 и R_5, R_6 — СП3-12г-1S, кривая Б—22 кОм (сдвоенный); R_7 и R_8 — СП3-10а гр. 2А, кривая В—22 кОм; R_9 и R_{10} — УЛМ, ВС-0,125, МЛТ-0,125 или МЛТ-0,25±10%. (Здесь и далее ±10% означает допустимое отклонение от номинальной величины); R_{11} — фоторезистор СФ2-2, $U_{раб}=1{,}5\div5$ В, $I_{темн}=2$ мкА; R_{12} — проволочное полупеременное, 15 Вт; R_{13} — проволочное, 5 Вт; R_{14}—R_{17} — МОН-0,5±10%, или любые другие мощностью не менее 0,5 Вт; R_{18}, R_{19} и R_{24} МОН-2±10% или любые другие мощностью не менее 2 Вт; R_{20}—R_{23} — ММТ-4 или ММТ-13 240 Ом.

Конденсаторы: C_1 — МБМ±10%; C_2 — МБГО±10%.

Полупроводниковые приборы: $Д_1$—$Д_3$ — диод Д226; $Д_4$—$Д_7$ — диод Д205; T_1—T_5 — транзистор КТ802А. Возможная замена — транзистор КТ803А или КТ805А, Б; $Л_1$ — лампа индикаторная СМН-55.

Измерительный прибор: $ИП_1$ и $ИП_2$ — индикатор М476/1, ток полного отклонения стрелки 150 мкА.

Громкоговорители $Гр_1$ и $Гр_2$ — типа 1ГД-28.

Электродвигатель: M_1 — АД-5.

Предохранители: $Пр_1$ — ПМ20-0,5 А; $Пр_2$ — ПМ20-0,25 А.

Головки: $ГВ_1$, $ГВ_2$ — четырехдорожечный двухканальный блок головок воспроизведения типа ANP-935 фирмы Tesla (ЧССР), $t_{раб.заз}=3$ мкм, $L\approx100$ мГн, э. д. с. ≈1 мВ (при $f=1000$ Гц) при $B_{остат}=256$ пВб/мм. Замена на 6Д24Н (СССР); $ГЗ_1$, $ГЗ_2$ — четырехдорожечный двухканальный блок головок записи фирмы Bogen SA-228, $t_{раб.заз}=7$ мкм, $L=25$ мГн, ток записи 0,18 мА, ток подмагничивания 2 мА, ширина сердечника 1 мм. Замена на 6Д24Н (СССР); $ГС_1$, $ГС_2$ — четырехдорожечный двухканальный

блок стирающих головок типа 6С2491, $t_{раб.заз}=250$ мкм (двухщелевой), $L=0{,}65\div1{,}1$ мГн, ток стирания не более 60 мА, мощность потерь 60 мВт, относительный уровень стирания 65 дБ, ширина сердечника 1,3 мм; $ГП_1$, $ГП_2$ — четырехдорожечный двухканальный блок головок подмагничивания, $t_{раб\ заз}=120$ мкм, $L=1{,}5$ мгн, ток подмагничивания 27 ма, ширина сердечника 1,3 мм, от магнитофона «Селигер» («Радио» № 3, 1969, с. 33—39).

Разъемы: $Ш_1$—$Ш_4$ и $Ш_7$ — розетки СГ-5; $Ш_5$ и $Ш_6$ — розетки СГ-5р (с размыкателями B_5 и B_6).

Переключатели и выключатели: B_1 и B_4 — контакт от реле РСМ; B_2 — МП7; B_3 и B_8 — П2-К; B_7 — МИ-5.

Усилитель воспроизведения

Резисторы: R_1—R_9 — УЛМ, ВС-0,125, МЛТ-0,125 или МЛТ-0,25±±10%.

Конденсаторы: C_1 и C_9 — К50-6; $U_{раб}=15$ В; C_2—C_4, C_7 и C_8— К50-6, $U_{раб}=6$ В; C_5 и C_{10} — К50-6, $U_{раб}=10$ В; C_6 — КТ-1Е — М1300 или КСО-1±10%.

Полупроводниковые приборы: $Д_1$ — стабилитрон Д814Д или Д813; T_1 — транзистор КТ104А. Возможная замена — транзистор П27А с изменением режимов; T_2—T_4 — транзистор КТ315Б. Возможная замена — транзистор КТ312В.

Усилитель записи

Резисторы: R_1—R_{19} — УЛМ, ВС-0,125, МЛТ-0,125 или МЛТ-0,25±10%.

Конденсаторы: C_1 и C_{13} — К50-6, $U_{раб}=15$ В; C_2, C_4, C_6, C_9 и C_{12} — К-50-6, $U_{раб}=6$ В; C_7, C_8 и C_{14} — К50-6, $U_{раб}=10$ В; C_3 — КТ-1б-Н70 или КСО-1±10%; C_5, C_{10} и C_{15} — МБМ±10%; C_{11} — КТ-1Е-М1300 или КСО-1±10%.

Полупроводниковые приборы: $Д_1$ — стабилитрон Д814Д или Д813; T_1 — транзистор КТ104А. Возможная замена — транзистор П27А с изменением режимов; T_2—T_4 — транзистор КТ315Б. Возможная замена — транзистор КТ312В

Переключатель коррекции

Резисторы: R_1—R_{12} — УЛМ, ВС-0,125, МЛТ-0,125 или МЛТ-0,25±10%.

Конденсаторы: C_1—C_{14} — БМ-2±10%.

Темброблок, усилитель индикации

Резисторы: R_1 и R_5 — переменный СП3-1б-0,25-А±20%; R_2—R_4, R_6—R_{16} — УЛМ, ВС-0,125, МЛТ-0,125 или МЛТ-0,25±10%.

Конденсаторы: C_1—К50-6, $U_{раб}=15$ В; C_2, C_3, C_9 и C_{11} — К50-6, $U_{раб}=10$ В; C_4—К50-6, $U_{раб}=6$ В; C_5 и C_7 — БМ-2±10%; C_6— КТ-1б-Н70 или КСО-1±10%; C_8 — составлен из двух конденсаторов типа МБМ; C_{10} — КТ-1Е-М2200 или КСО-1±10%.

Полупроводниковые приборы: $Д_1$ — стабилитрон Д814Д или Д813; $Д_2$ — стабилитрон Д814А или Д808; T_1—T_3 — транзистор КТ315Б, возможная замена — транзистор КТ312В.

Коммутирующие изделия: P_1 — реле РЭС-10, паспорт РС4, 524.301.

Генератор

Резисторы: R_1—R_4 — переменный СПЗ-1б-0,25-А±20%; R_5—R_9 — УЛМ, ВС-0,125, МЛТ-0,125 или МЛТ-0,25.

Конденсаторы: C_1 и C_2 — КСО-5 или ПМ±10%; C_3 и C_4 — КТ-1б-Н70+10%; C_5 и C_6 — КТ-1Е-М2200 или КСО-1±10%.

Полупроводниковые приборы: T_1 — КТ801Б или КТ801А.

Переключатели: B_4 и B_3 — П2-К.

Усилитель мощности

Резисторы: R_1—R_{18}—УЛМ, ВС-0,125, МЛТ-0,125 или МЛТ-0,25±10%.

Конденсаторы: C_1 и C_4 — К50-6, $U_{раб}=10$ В; C_2 и C_5 — К50-6, $U_{раб}=25$ В; C_3 — КТ-1Е-М2200 или КСО-1±10%; C_6 — К50-6, $U_{раб}=6$ В; C_7 — К50-6; $U_{раб}=15$ В.

Полупроводниковые приборы: T_1—T_5 — транзистор КТ315Г. Возможная замена — транзистор КТ312Б или КТ601А.

Силовой блок

Резисторы: R_1, R_2 и R_6 — МЛТ-0,5±10%; R_3—R_5 и R_8 — УЛМ, ВС-0,125, МЛТ-0,125 или МЛТ-0,25±10%; R_7 — МЛТ-2±10%.

Конденсаторы: C_1 — К50-3Б, $U_{раб}=50$ В; C_2 и C_8 — К50-6, $U_{раб}=50$ В; C_3 — КТ-1б-Н70±10%; C_4—C_7 и C_9 — К50-6, $U_{раб}=15$ В.

Полупроводниковые приборы: $Д_1$—$Д_3$ — стабилитрон Д814Г или Д811; $Д_4$—$Д_7$ — диод Д226; $Д_8$ — стабилитрон Д814Д или Д813; $Д_9$ — стабилитрон Д814А или Д808; T_1 и T_4 — транзистор КТ801Б или КТ801А; T_2 — транзистор КТ315Г. Возможная замена — транзистор КТ312А; T_3 — транзистор КТ601А. Возможная замена — транзистор КТ603 или КТ605Б.

Аттенюатор

Резисторы: R_1—R_6—ВС-0,125, МЛТ-0,125, МЛТ-0,25 или МЛТ-0,5.

Моточные данные *Таблица 7*

Наименование	Обозначения выводов	Напряжение, В	Число витков	Марка и диаметр провода	Сопротивление постоянному току, Ом	Тип и размер сердечника	Примечания
Функциональная схема							
Трансформатор силовой Tp_1	*1—2*	127	950	ПЭВ2-0,33	20	ОЛ40/60×40	Ток холостого хода первичной обмотки $I_{х \cdot х}$ = 20 мА
	2—3	93	700	ПЭВ2-0,33	15		
	4—5	36	270	ПЭВ2-0,69	—		
Электромагнит рабочего хода $ЭМ_1$	—	—	4500	ПЭВ2-0,15	—	—	Намотка рядовая
Электромагнит автостопа $ЭМ_2$	—	—	4500	ПЭВ2-0,15	—	—	Намотка рядовая
Усилитель воспроизведения							
Катушка индуктивности L_1; L_2 (режекторный контур) L=7,8 мГн	—	—	500	ПЭВ2-0,08	28	—	Намотка внавал на сердечнике фильтра ПЧ от приемника «Сокол»

Продолжение табл. 7

Наименование	Обозначения выводов	Напряжение, В	Число витков	Марка и диаметр провода	Сопротивление постоянному току, Ом	Тип и размер сердечника	Примечания
			Блок коррекции				
Катушка индуктивности L_1; L_2; L_3; L_4 (контур коррекции) $L = 3{,}8$ мГн	—	—	350	ПЭВ2-0,1	10	—	Намотка внавал на сердечнике фильтра ПЧ от приемника «Сокол»
			Генератор				
Катушка индуктивности L_1; L_2 (эквивалент) $L = 700$ мкГн	—	—	150	ПЭВ2-0,15	2	—	То же
Катушка индуктивности L_3; L_4 (заградительный фильтр) $L = 7{,}8$ мГн	—	—	500	ПЭВ2-0,08	28	—	» »
Трансформатор генератора $Тр_1$	*1—2* *2—3* *4—5*	— — —	10 80 60	ПЭВ2-0,18 ПЭВ2-0,18 ПЭВ2-0,18	— — —	ОБ-22 М2200НМ броневой ферритовый	Намотка рядовая виток к витку

ОГЛАВЛЕНИЕ

Список опечаток

Стр.	Строка	Напечатано	Следует читать
28	7 снизу	C_2 и C_3, C_5 и C_6	C_2 и C_3, C_9 и C_{10}
67 в части тиража	25 сверху	проходит большой сигнал высокочастотного подмагничивания, кото-	рый может вывести из строя выходные транзисторы. Проверяют

Цена 26 коп.